

**OPTIMASI *FUZZY TIMES SERIES* UNTUK MEMPREDIKSI
BESAR NILAI PENJAMINAN KREDIT KUR DENGAN
ALGORITME GENETIKA
(STUDI KASUS : PERUM JAMKRINDO CABANG KENDARI)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Sri Wahyuni
NIM: 135150201111292



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017**

PENGESAHAN

OPTIMASI *FUZZY TIMES SERIES* UNTUK MEMPREDIKSI BESAR NILAI PENJAMINAN
KREDIT KUR DENGAN ALGORITME GENETIKA
(STUDI KASUS : PERUM JAMKRINDO CABANG KENDARI)

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Sri Wahyuni
NIM: 135150201111292

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
19 Oktober 2017

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Budi Darma Setiawan, S.Kom, M.Cs
NIP. 19841015 201404 1 002

Drs. Marji, M.T
NIP. 19670801 199203 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 24 Oktober 2017

Sri Wahyuni

NIM: 135150201111292



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT berkat rahmat, ridho, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul “Optimasi *Fuzzy Times Series* Untuk Memprediksi Besar Nilai Penjaminan Kredit Kur Dengan Algoritme Genetika (Studi Kasus : Perum Jamkrindo Cabang Kendari)” sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer di Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, beserta keluarga dan sahabatnya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan, petunjuk, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis sampaikan terima kasih kepada:

1. Budi Darma Setiawan, S.Kom, M.Cs selaku dosen pembimbing I, dan Drs. Marji, M.T selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan wawasan, bimbingan, nasehat, serta dukungan kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Seluruh dosen dan civitas akademika Fakultas Ilmu Komputer yang memberikan wawasan, bantuan serta dukungan.
3. Perum Jamkrindo Cabang Kendari yang telah mengizinkan penulis mendapatkan data sebagai objek yang dikaji dalam tugas akhir ini.
4. Kedua orang tua, serta kakak dan adik-adik yang selalu mendukung dalam proses pengerjaan skripsi ini.
5. Rekan-rekan penulis Ibong, Lala, Rahma, Ratih, Mona, Rika, Ratna, Jojo, Tupi, Ana, Nyau, Rizka serta rekan-rekan Wanita Shalihah, KEDUBES FBI, dan Kalambe terimakasih atas kebersamaan, bantuan, semangat, saran, dorongan, serta dukungan.
6. Rekan-rekan seperjuangan Fakultas Ilmu Komputer 2013 yang telah memberikan bantuan selama masa studi hingga penyelesaian skripsi ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis hingga terselesainya tugas akhir ini.

Penulis menyadari penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Penulis mengharapkan kritik dan saran untuk menjadi lebih baik. Penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Malang, 24 Oktober 2017

Penulis

wahyuni0812@gmail.com

ABSTRAK

Setiap pelaku usaha pasti ingin mengembangkan usahanya menjadi lebih besar, untuk melakukan hal tersebut dibutuhkan modal yang tidak sedikit. Pihak bank dapat memberikan kredit usaha rakyat dengan syarat-syarat yang telah ditentukan, salah satunya adalah harus memiliki jaminan. Tetapi tidak semua pelaku usaha memiliki jaminan, oleh karena itu pelaku usaha membutuhkan bantuan dari lembaga penjamin guna membantu pelaku usaha memenuhi syarat yang diminta oleh bank yaitu jaminan. Permintaan dari bank untuk penjaminan kredit terhadap para pelaku usaha, yang terus meningkat tiap bulannya membuat lembaga penjamin harus meningkatkan anggaran untuk melakukan penjaminan terhadap kredit usaha rakyat. Oleh karena itu diperlukan sebuah sistem yang mampu memprediksi besarnya nilai penjaminan yang nantinya harus disediakan untuk bulan selanjutnya agar dapat memenuhi permintaan bank.

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk memprediksi adalah *Fuzzy Time Series* yang akan dioptimasi menggunakan Algoritme Genetika. Kromosom digunakan untuk merepresentasikan interval dari fungsi keanggotaan. Metode reproduksi yang dilakukan yaitu *one-cut-point crossover* dan *uniform mutation*. Serta melakukan proses seleksi dengan menggunakan *elitism selection*. Hasil optimal yang didapatkan dengan panjang kromosom sebanyak 100, ukuran populasi sebanyak 350, cr dan mr yaitu 0.3 dan 0.6 serta jumlah generasi sebanyak 1000. Nilai *error* dan *fitness* yang dihasilkan sebesar 0,00901 % untuk MAPE dan 110.95098192994908 untuk nilai *fitness*.

Kata kunci: *Fuzzy Time Series*, Algoritme Genetika, Prediksi, KUR, Penjaminan

ABSTRACT

Every businessmen would want to expand his business to be bigger, to do that it needs a lot of funds. The bank can provide kredit usaha rakyat with some of requitment collateral that has be obeyed by bussinesmen, one of them is to provide guarantee, the problem is not all the bussinesment can provide the guarantor. Therefore bussnismen need guarantor institution help in order to fulfill the requiment. As the Demand from banks for credit guarantee to increase every month, it ensures that the guarantor institution must increase its budget to guarantee the kredit usaha rakyat. Therefore a system that is able to predict the amount of guarantee value will be needed in order to meet the demand of the bank.

In this research the method used to predict is Fuzzy Time Series which will be optimized using Genetic Algorithm. A chromosome is used to represent the interval of a membership function. The reproduction method is one-cut-point crossover and uniform mutation. And do the selection process by using elitism selection. The optimal results obtained with the length of chromosome as much as 100, the population size of 350, cr and mr of 0.3 and 0.6 and the number of generations as much as 1000. The error and fitness value generated by 0.00901% for MAPE and 110.95098192994908 for fitness value.

Keywords: *Fuzzy Time Series, Genetic Algorithm, Prediction, KUR, Guarante*

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Sistematika pembahasan.....	3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Penjaminan Kredit	7
2.3 Kredit Usaha Rakyat (KUR).....	7
2.4 Prediksi.....	8
2.5 Data <i>Time Series</i>	8
2.6 Logika <i>Fuzzy</i>	9
2.6.1 Himpunan <i>Fuzzy</i>	9
2.6.2 Fungsi Keanggotaan	9
2.7 <i>Fuzzy Time Series</i>	11
2.8 Algoritme Genetika	12
2.8.1 Struktur Umum Algoritme Genetika	13
2.8.2 Representasi Kromosom	13
2.8.3 Inisialisasi	13

2.8.4 Reproduksi	14
2.8.5 Evaluasi.....	14
2.8.6 Seleksi.....	14
2.9 <i>Mean Absolute Percentage Error</i>	15
BAB 3 METODOLOGI	16
3.1 Studi Literatur	17
3.2 Pengumpulan Data	17
3.3 Analisis Kebutuhan	17
3.4 Perancangan Sistem.....	18
3.5 Implementasi Sistem	19
3.6 Pengujian Sistem.....	19
3.7 Penarikan Kesimpulan dan Saran	19
BAB 4 PERANCANGAN.....	20
4.1 Desain Algoritme.....	20
4.1.1 Desain Algoritme <i>Fuzzy Time Series</i> dan Algoritme Genetika (FTSGA).....	20
4.1.2 Inisialisasi Populasi Awal	22
4.1.3 Proses <i>Crossover</i>	23
4.1.4 Proses Mutasi.....	24
4.1.5 Proses <i>Fuzzy Time Series</i>	24
4.1.6 Fuzzifikasi	26
4.1.7 <i>Fuzzy Logic Relationship</i> (FLR) dan <i>Fuzzy Logic Relationship Group</i> (FLRG)	27
4.1.8 Defuzzifikasi.....	28
4.1.9 Prediksi	28
4.1.10 Perhitungan MAPE dan <i>Fitness</i>	29
4.1.11 Seleksi <i>Elitism</i>	30
4.2 Perhitungan Manual	31
4.3 Algoritme Genetika untuk Optimasi <i>Fuzzy Time Series</i>	32
4.3.1 Representasi Kromosom	33
4.3.2 Inisialisasi populasi awal	33
4.3.3 Proses <i>Crossover</i>	34
4.3.4 Mutasi	35

4.3.5 Fuzzy Time Series (FTS).....	35
4.3.6 Perhitungan MAPE dan <i>Fitness</i>	38
4.3.7 Seleksi.....	39
4.4 Perancangan <i>User Interface</i>	40
4.4.1 <i>User Interface</i> FTSGA	40
4.4.2 <i>User Interface</i> Hasil Prediksi	41
4.5 Perancangan Pengujian	42
4.5.1 Perancangan Pengujian Panjang Kromosom	42
4.5.2 Perancangan Pengujian Ukuran Populasi (<i>popSize</i>).....	42
4.5.3 Perancangan Pengujian Kombinasi <i>cr</i> dan <i>mr</i>	43
4.5.4 Perancangan Pengujian Banyak Generasi.....	43
BAB 5 IMPLEMENTASI	45
5.1 Spesifikasi Sistem	45
5.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras.....	45
5.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak.....	45
5.2 Batasan Implementasi	45
5.3 Implementasi Sistem	46
5.3.1 Implementasi Menentukan Himpunan Semesta	46
5.3.2 Implementasi Proses Inisialisasi Populasi Awal	46
5.3.3 Implementasi Proses <i>Crossover</i>	48
5.3.4 Implementasi Proses Mutasi.....	50
5.3.5 Implementasi Proses Himpunan <i>Fuzzy</i>	52
5.3.6 Implementasi Proses FTS	54
5.3.7 Implementasi Proses Seleksi	57
5.4 Implementasi Antarmuka	57
5.4.1 Tampilan FTSGA	58
5.4.2 Tampilan Hasil Prediksi	58
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	60
6.1 Pengujian Panjang Kromosom (Interval)	60
6.2 Pengujian Ukuran Populasi (<i>popSize</i>)	61
6.3 Pengujian Kombinasi <i>Crossover Rate</i> (<i>cr</i>) dan <i>Mutation Rate</i> (<i>mr</i>).....	62
6.4 Pengujian Banyak Generasi	64

BAB 7 PENUTUP	66
7.1 Kesimpulan.....	66
7.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan penelitian sebelumnya dengan usulan topik	5
Tabel 4. 1 Data Penjaminan	32
Tabel 4. 2 Populasi Awal	33
Tabel 4. 3 Proses <i>Crossover</i> 1	34
Tabel 4. 4 Proses <i>Crossover</i> 2	34
Tabel 4. 5 Proses Mutasi	35
Tabel 4. 6 Sub Himpunan	35
Tabel 4. 7 Fuzzifikasi	36
Tabel 4. 8 FLR	36
Tabel 4. 9 FLRG	37
Tabel 5. 1 Spesifikasi Perangkat Keras	45
Tabel 5. 2 Spesifikasi Perangkat Lunak	45
Tabel 6. 1 Hasil Pengujian Panjang Kromosom	60
Tabel 6. 2 Hasil Pengujian Ukuran Populasi	62
Tabel 6. 3 Hasil Pengujian Cr dan Mr	63
Tabel 6. 4 Hasil Pengujian Banyak Generasi	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kurva Segitiga	10
Gambar 2. 2 Kurva Trapesium.....	11
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi	16
Gambar 4. 1 <i>Flowchart</i> FTS-GA	21
Gambar 4. 2 <i>Flowchart</i> Inisialisasi Populasi Awal	22
Gambar 4. 3 <i>Flowchart</i> Proses <i>Crossover</i>	23
Gambar 4. 4 <i>Flowchart</i> Proses Mutasi	24
Gambar 4. 5 <i>Flowchart</i> Proses FTS.....	25
Gambar 4. 6 <i>Flowchart</i> Proses Fuzzifikasi	26
Gambar 4. 7 <i>Flowchart</i> FLR dan FLRG	27
Gambar 4. 8 <i>Flowchart</i> Defuzzifikasi.....	28
Gambar 4. 9 <i>Flowchart</i> Proses Prediksi	29
Gambar 4. 10 <i>Flowchart</i> Perhitungan MAPE dan <i>Fitness</i>	30
Gambar 4. 11 <i>Flowchart</i> Seleksi <i>Elitism</i>	31
Gambar 4. 12 <i>User Interface</i> FTSGA.....	40
Gambar 4. 13 <i>User Interface</i> Hasil Prediksi.....	41
Gambar 5. 1 Tampilan FTSGA.....	58
Gambar 5. 2 Tampilan Hasil Prediksi	58
Gambar 6. 1 Grafik Hasil Pengujian Panjang Kromosom	61
Gambar 6. 2 Grafik Hasil Pengujian Ukuran Populasi	62
Gambar 6. 3 Grafik Hasil Pengujian Kombinasi Cr dan Mr	63
Gambar 6. 4 Grafik Hasil Pengujian Banyak Generasi	65

DAFTAR LAMPIRAN



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Sektor UMKMK (Usaha Mikro, Kecil dan Menengah serta Koperasi) memiliki peranan yang sangat strategis dan penting dalam pemulihan ekonomi di Indonesia. Dimana dalam setiap sektor ekonomi terdapat jumlah unit usaha yang besar, sehingga berpotensi dalam penyerapan tenaga kerja serta menanggulangi kemiskinan. Untuk memajukan sektor ini, pada tanggal 5 November 2007 presiden Susilo Bambang Yudhoyono meluncurkan program Kredit Usaha Rakyat (KUR) guna memberikan modal kepada pelaku usaha yang ingin usahanya semakin berkembang.

Namun dalam pelaksanaannya, pihak perbankan tidak dapat memberikan kredit begitu saja, banyak persyaratan yang harus diserahkan kepada pihak bank sebagai bahan pertimbangan apakah usaha tersebut layak diberikan kredit. Salah satu syarat yang dibutuhkan adalah jaminan. Jaminan digunakan sebagai bentuk untuk mengurangi resiko apabila pelaku usaha tidak memiliki jaminan yang bisa dijaminkan apabila nantinya tidak dapat memenuhi kewajibannya untuk membayar uang yang telah dipinjam. Oleh karena itu dibutuhkannya pihak ketiga (lembaga penjamin) untuk membantu memberikan jaminan, agar pelaku usaha mendapatkan kredit dari bank meskipun tidak memiliki jaminan.

Permintaan bank yang tidak selalu konstan untuk memberikan penjaminan terhadap nasabah yang melakukan kredit usaha rakyat, membuat Perum Jamkrindo perlu untuk memastikan dana yang dibutuhkan untuk pembayaran jaminan tiap bulannya. Berdasarkan permasalahan tersebut, salah satu upaya yang bisa dilakukan oleh Perum Jamkrindo yaitu melakukan prediksi terhadap besar nilai penjaminan untuk waktu berikutnya, sehingga bisa menjadi bahan pertimbangan untuk mengeluarkan dana yang akan digunakan untuk melakukan penjaminan.

Prediksi dapat digunakan sebagai salah satu pertimbangan dalam mengambil keputusan atau sebagai acuan dalam melakukan perencanaan di masa depan. Kebutuhan akan prediksi semakin meningkat sejalan dengan keinginan manajemen untuk memberikan tanggapan yang cepat dan tepat terhadap peluang maupun perubahan dimasa mendatang. Ada berbagai metode yang dapat digunakan untuk proses prediksi seperti *Backpropagation*, *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS), dan *Fuzzy Time Series*. *Fuzzy Time Series* merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan karena dapat memprediksi data berdasarkan urutan waktu.

Untuk meningkatkan hasil prediksi, maka metode *fuzzy time series* dapat dioptimasi dengan menggunakan algoritme genetika untuk pemilihan variabel. Pada penelitian ini, optimasi dilakukan pada sub himpunan menggunakan algoritme genetika. Penelitian terkait pernah dilakukan oleh Cai et al (2013) dengan melakukan penelitian mengenai peramalan menggunakan *fuzzy time series* dengan mengkombinasikan algoritme evolusi untuk optimasi dalam

meramalkan saham. Penelitian ini menerapkan operasi algoritme genetika seperti reproduksi (*crossover* dan mutasi) untuk melakukan partisi terhadap himpunan semesta serta melakukan proses seleksi. Partisi dari himpunan semesta tersebut dapat meningkatkan hasil peramalan, terbukti dari hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan dua model metode yaitu *fuzzy time series* konvensional dan *Fuzzy Time Series Genetic Algorithm* (FTSGA). Model FTSGA ini memberikan hasil yang lebih baik daripada *fuzzy time series* konvensional karena memperoleh nilai RMSE yang sangat rendah. Penelitian ini dilakukan untuk membantu para investor dalam meminimalisasi resiko dan meningkatkan keuntungan.

Untuk itu berdasarkan permasalahan diatas penulis akan melakukan penelitian dengan judul Optimasi *Fuzzy Time Series* untuk memprediksi besar nilai penjaminan kredit KUR dengan algoritme genetika. Pada penelitian ini, *Fuzzy Time Series* digunakan sebagai metode peramalan sedangkan algoritme genetika digunakan untuk mengoptimalkan sub-himpunan semesta *fuzzy*. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, kombinasi *fuzzy time series* dan algoritme genetika dapat hasil prediksi besar nilai penjaminan kredit KUR yang lebih baik.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, diperoleh beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana keakuratan hasil peramalan menggunakan *fuzzy time series* dengan algoritme genetika terhadap prediksi penjaminan ?
2. Berapa kombinasi parameter genetik yang sesuai untuk menghasilkan akurasi yang baik?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui tingkat keakuratan sistem *fuzzy time series* yang fungsi keanggotaannya dibentuk menggunakan Algoritme Genetika.
2. Menentukan nilai parameter Algoritme Genetika, yaitu peluang *crossover* (*pc*), peluang mutasi (*pm*), dan ukuran populasi (*population size*) sehingga didapatkan batasan nilai fungsi keanggotaan yang memiliki nilai *fitness* maksimal.

1.4 Manfaat

Dapat mengetahui pengaruh algoritme genetika dalam mengoptimalkan sistem *fuzzy time series* dan informasi tentang hasil peramalan menggunakan *Fuzzy Time Series* yang telah dioptimasi algoritme genetika terhadap besar nilai penjaminan kredit.

1.5 Batasan masalah

1. Data yang digunakan untuk memprediksi besar penjaminan adalah data per bulan dari tahun 2011 sampai 2014.
2. Keluaran sistem yang diharapkan berupa hasil prediksi besar nilai penjaminan untuk bulan selanjutnya.

1.6 Sistematika pembahasan

Penyusunan skripsi ini berdasarkan sistematika penulisan pembuatan skripsi disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar Belakang masalah penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II LANDASAN KEPUSTAKAAN

Menguraikan teori-teori yang erat hubungannya dengan logika *fuzzy*, *fuzzy time series* dan algoritme genetika.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai metode-metode yang digunakan dalam melakukan optimasi *fuzzy time series* peramalan penjaminan KUR. Metodologi penelitian terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, analisa kebutuhan, perancangan sistem, implementasi dan pengujian serta pengambilan keputusan.

4. BAB IV PERANCANGAN

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai formulasi masalah, siklus penyelesaian masalah menggunakan metode *fuzzy time series* dan perancangan user database.

5. BAB V IMPLEMENTASI

Bab ini berisi tentang struktur class, potongan source code utama.

6. BAB VI PENGUJIAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan dijelaskan tentang pengujian aplikasi beserta pembahasannya.

7. BAB VII PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang bisa diambil tentang pengerjaan skripsi dan saran dari penulis.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab ini akan dijabarkan mengenai penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dan akan dijadikan sebagai acuan untuk menyelesaikan penelitian ini. Serta dibahas tentang dasar teori mengenai prediksi, KUR (Kredit Usaha Rakyat), Data *Time Series*, Logika *Fuzzy*, *Fuzzy Time Series* dan Algoritme Genetika.

2.1 Kajian Pustaka

Pada sub-bab ini akan dijabarkan beberapa penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dan terdapat kesamaan objek ataupun metode dengan penelitian ini. Sehingga bisa dijadikan sebagai acuan untuk menyelesaikan penelitian ini.

Penelitian pertama dilakukan oleh Testiasari et al (2014) untuk membantu membuat keputusan layak atau tidaknya pemohon kredit motor untuk mendapatkan kredit. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Simple Additive Weighting* (SAW), dimana metode ini bekerja dengan cara mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja untuk setiap alternatif pada semua kriteria atau atribut. Hasil akurasi sistem yang didapatkan yaitu sebesar 90% yang menyatakan bahwa penelitian ini dapat membantu dalam mengambil sebuah keputusan.

Penelitian selanjutnya berjudul "*A Novel Stock Forecasting Model based on Fuzzy Time Series and Genetic Algorithm*" yang dilakukan oleh Cai et al (2013). Pada penelitian ini dilakukan prediksi saham harian TAIEX periode 1990 – 1999. Tujuan dilakukannya penelitian ini untuk para investor agar dapat meminimalisir resiko dan memaksimalkan keuntungan. Pada penelitian ini juga diperlihatkan nilai RMSE untuk model FTS konvensional dengan FTSGA. Nilai RMSE yang dihasilkan FTSGA memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan FTS konvensional.

Penelitian ketiga dilakukan oleh Aladag et al (2012) untuk memprediksi TAEIX dan ISBEMI. Dalam penelitian ini dilakukan proses pemilihan variabel secara langsung yang dapat mempengaruhi proses peramalan. Algoritme genetika digunakan untuk menyeleksi variabel yang dianggap signifikan. Model FTSGA dianggap baik karena memiliki akurasi peramalan terbaik. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah rata-rata RMSE untuk peramalan TAEIX sebesar 47.95 dan peramalan pada ISBEMI pada bulan desember 2008 sebesar 315.14. dapat disimpulkan bahwa model FTSGA memiliki nilai *error* yang lebih kecil dibandingkan dengan FTS konvensional.

Penelitian keempat menggunakan metode yang sama seperti yang dipaparkan diatas yaitu FTSGA. Penelitian ini dilakukan oleh Uslu et al (2013) untuk memprediksi tiga data *time series* yang berbeda. Peneliti mempertimbangkan terulangnya jumlah relasi yang diulang dalam tabel relasi logika *fuzzy* yang diperlukan pada tahap defuzzifikasi. Hal ini dapat meningkatkan kinerja

peramalan, sehingga dari tiga data *time series* yang diramalkan menghasilkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya.

Dibawah ini akan ditampilkan tabel yang berisi tentang perbandingan dari 4 penelitian yang telah dikaji serta penelitian yang akan dilakukan pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Perbandingan penelitian sebelumnya dengan usulan topik

Judul	Objek	Metode	Hasil
	Input	Proses	Keluaran
Sistem Pendukung Keputusan Kelayakan Pemohon Kredit Motor Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW) (Testiasari, et al, 2014)	Data status kredit, c1 sampai c8	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menentukan nilai maksimum dan minimum tiap masing-masing c 2. <i>Random</i> nilai bobot dari 1 sampai 5 3. Melakukan perhitungan SAW 4. Melakukan proses perangkingan nilai V_j 	- Status kredit dari sistem apakah orang tersebut layak atau tidak
<i>A Novel Stock Forecasting Model based on Fuzzy Time Series and Genetic Algorithm</i> (Cai, et al, 2013)	Data harian <i>closing price</i> TAEIX periode 1990 - 1999	Fuzzy Time Series dan <i>Algorithm Genetic</i> (FTSGA) Proses : <ol style="list-style-type: none"> 1. Menentukan himpunan semesta. 2. Perhitungan <i>fitness</i> 3. Proses seleksi 4. Proses mutasi 5. Kondisi pemutusan 6. Proses FTS 	- Menghasilkan partisi himpunan semesta yang lebih sesuai sehingga hasil peramalan signifikan - Hasil peramalan memiliki nilai RMSE yang lebih kecil dibandingkan FTS konvensional
<i>Fuzzy lagged variable selection in fuzzy time series with genetic algorithms</i> (Aladag, et al. 2012)	- Data harian TAEIX periode januari – desember 2004 - Data ISBEMI tahun 2008 - 2010	Fuzzy Time Series dan <i>Algorithm Genetic</i> (FTSGA) Proses : <ol style="list-style-type: none"> 5. Proses fuzzifikasi 6. Menentukan parameter algen 7. Inisialisasi populasi awal 8. Menghitung nilai <i>fitness</i> 9. Proses <i>crossover</i> 10. Proses mutasi 11. Solusi optimal diambil sebagai kromosom terbaik 	Nilai RMSE yang lebih kecil dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

<p><i>A fuzzy time series approach based on weights determined by the number of recurrences of fuzzy relations</i> (Uslu , et al. 2014)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Data <i>time series</i> pendaftaran mahasiswa University of Alabama - Data <i>time series</i> jumlah korban tewas dalam kecelakaan mobil di Belgia. - Data <i>time series</i> harga emas di Turki periode Desember 2007 sampai November 2010 	<p><i>Fuzzy Time Series</i> dan <i>Algorithm Genetic</i> (FTSGA) Proses :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menentukan himpunan semesta dan jumlah interval 2. Menentukan parameter algen dan inialisasi populasi awal 3. Simpan kromosom dengan nilai RMSE terendah untuk di evaluasi 4. Proses <i>natural selection</i> yaitu <i>crossover</i> dan mutasi 	<p>Hasil peramalan yang lebih akurat dilihat dari nilai RMSE dan MAPE yang rendah, dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya.</p>
<p>Optimasi <i>Fuzzy Times Series</i> Untuk Memprediksi Besar Nilai Jaminan Kredit KUR Dengan Algoritme Genetika (Studi Kasus : Perum Jamkrindo Cabang Kendari) (usulan penulis)</p>	<p>Data <i>time series</i> penjaminan kredit KUR periode Januari 2011 sampai Desember 2014</p>	<p><i>Fuzzy Time Series</i> dan <i>Algorithm Genetic</i> (FTSGA) Proses :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menentukan himpunan semesta 2. Menentukan interval dan parameter algoritme genetika 3. Inialisasi populasi awal 4. Proses <i>one-cut-point crossover</i> 5. Proses mutasi 6. Proses <i>fuzzy time series</i> pada setiap kromosom yang ada. 7. Hitung nilai MAPE dan <i>fitness</i> yang dihasilkan oleh setiap kromosom 8. Proses seleksi untuk memilih kromosom yang memiliki nilai <i>error</i> terendah. 	<p>Mampu memprediksi nilai penjaminan kredit KUR dengan akurat sehingga dapat berguna untuk Perum Jamkrindo dalam menyiapkan dana penjaminan untuk bulan selanjutnya.</p>

2.2 Penjaminan Kredit

Menurut Undang-Undang (UU) Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2016 tentang penjaminan, ialah kegiatan pemberian jaminan oleh penjamin atas pemenuhan kewajiban finansial terjamin kepada penerima jaminan. Sedangkan menurut Hartono Hadisoerapto (2005) penjaminan adalah sesuatu yang diberikan kepada kreditur untuk menimbulkan keyakinan bahwa debitur akan memenuhi kewajiban yang dapat dinilai dengan uang yang timbul dari suatu perikatan. Sedangkan kredit adalah sebuah fasilitas yang memungkinkan seseorang atau badan usaha untuk meminjam uang untuk membeli produk dengan syarat dan ketentuan yang telah disepakati dan membayarnya kembali dalam jangka waktu yang ditentukan dengan jumlah margin atau bagi hasil yang telah disepakati.

Terdapat berbagai macam jenis penjaminan, salah satunya yaitu penjaminan kredit. Penjaminan kredit ialah pemberian jaminan kepada orang yang mengajukan kredit kepada pemberi kredit karena tidak memenuhi syarat agunan yang ditetapkan oleh pemberi kredit. Pihak yang terlibat dalam pemberian jaminan yaitu pihak pemberi jaminan, pihak penerima jaminan serta pihak yang dijamin.

Skema penjaminan yang dilakukan oleh pihak Jamkrindo yaitu *direct model* dan *indirect model* dimana jaminan diajukan oleh bank, dan apabila terjadi kemacetan dalam kredit maka penjamin akan membayar kerugian kepada bank sesuai dengan kesepakatan. Pada *indirect model* yaitu antara pihak penjamin dan pihak penerima kredit telah melakukan pembahasan mengenai jenis kredit, syarat, dan kriteria yang dijamin.

2.3 Kredit Usaha Rakyat (KUR)

Kredit Usaha Rakyat atau biasa kita kenal dengan singkatan KUR adalah kredit atau pembiayaan yang diberikan oleh negara melalui perbankan kepada usaha mikro, kecil, menengah dan koperasi (UMKM) yang memiliki prospek bisnis yang bagus dan mampu mengembalikan dana yang telah dipinjam. Program ini diluncurkan pada tanggal 5 November 2007 oleh Presiden Susilo Bambang Yudhoyono. KUR merupakan salah satu program pemerintah guna memajukan UMKM.

Dengan adanya program ini diharapkan sektor UMKM dapat menciptakan lapangan kerja, dapat menanggulangi kemiskinan serta memberdayakan UMKM. Maka untuk mewujudkan hal tersebut pemerintah menerbitkan paket kebijakan pengembangan dan pemberdayaan yang bertujuan untuk meningkatkan sektor riil dan memberdayakan UMKM, antara lain yaitu peningkatan akses pada sumber pembiayaan, pengembangan kewirausahaan, peningkatan pasar produk UMKM, dan reformasi regulasi UMKM.

Penyaluran KUR sendiri dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara langsung ataupun tidak langsung. Secara langsung yaitu dengan cara mendatangi Bank yang telah ditunjuk sebagai penyalur dana KUR. Yang kedua yaitu secara tidak langsung, pelaku usaha dapat mengakses KUR melalui Lembaga Keuangan

Mikro dan Koperasi atau melalui kegiatan linkage program lainnya yang bekerjasama dengan bank pelaksana.

Cara mendapatkan kredit KUR yang pertama yaitu memastikan usaha yang dimiliki produktif, seperti usaha kerajinan, usaha rumah makan dan lain sebagainya. Menyiapkan dokumen yang dibutuhkan seperti kartu identitas, legalitas usaha (akte pendirian usaha), ijin usaha (SIUP atau TDP), laporan keuangan, proposal usaha, serta persyaratan tambahan lain yang diminta pihak bank. Setelah semuanya siap, pelaku usaha dapat mendatangi kantor Bank yang telah ditunjuk pemerintah untuk menyalurkan KUR. Setelah melakukan prosedur, langkah selanjutnya yaitu menyerahkan surat permohonan KUR serta dokumen-dokumen pelengkapannya. Langkah terakhir yaitu bank akan melakukan survei terhadap usaha yang dimiliki, lalu bank akan menentukan apakah usaha tersebut memenuhi syarat untuk diberikan kredit.

2.4 Prediksi

Prediksi adalah salah satu jenis dari Data Mining apabila digolongkan berdasarkan kegunaannya. Prediksi hampir sama dengan klasifikasi atau estimasi perbedaannya terletak pada nilai-nilai pada masa yang akan datang. Agar dapat memprediksi sebuah data diperlukannya data historis sebagai bahan acuan ditambah dengan data-data simulasi yang dapat berubah sesuai dengan kemungkinan-kemungkinan yang mungkin terjadi.

Prediksi berdasarkan pendapat suatu pihak (*judgement forecast*) adalah pengertian dari prediksi kualitatif. Sedangkan prediksi kuantitatif adalah prediksi yang mendasar pada data masa lalu (data historis) dan berbentuk angka atau biasa disebut data *time series* (Jumingan, 2009).

2.5 Data Time Series

Data *time series* adalah data yang terdiri atas satu objek namun meliputi beberapa periode waktu contohnya seperti hari, bulan, tahun dan lain-lain. Data *time series* berarti memecah data lampau menjadi komponen-komponen dan memproyeksikannya ke depan (*forecasting*) (Render, 2003). Dapat dilihat dari contoh data *time series* pada data harga saham, data ekspor, data nilai tukar (kurs), data produksi, dan lain sebagainya. Data-data tersebut apabila diamati secara seksama maka akan berhubungan langsung dengan waktu (*time*) dan proses terjadinya secara berurutan (*series*). Misalnya data kurs Rupiah terhadap dollar Amerika Serikat dari tahun 2006-2011, data produksi tambang nikel dari tahun 2002 hingga 2009, dan lain-lain. Hal ini menyebabkan sangat mudahnya dalam mengenali jenis data ini. Data ini sangat berguna untuk pengambil keputusan dalam memperkirakan kejadian dimasa datang karna diyakini pola perubahan data *time series* beberapa periode masa lampau akan kembali terulang pada masa kini.

2.6 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* memiliki konsep matematis yang sederhana dan mudah dimengerti oleh orang awam karena logika *fuzzy* dibangun dengan bahasa yang alami. Pada tahun 1965 Prof. Lotfi A. Zadeh memperkenalkan logika *fuzzy* untuk pertama kalinya. Secara umum logika *fuzzy* digunakan untuk menjelaskan keambiguan, dimana logika *fuzzy* merupakan cabang teori dari himpunan *fuzzy*, himpunan yang menyelesaikan keambiguan. Dalam teori himpunan fuzzy keberadaan suatu element dalam sebuah himpunan sangatlah penting karena yang berperan adalah derajat keanggotaan. Logika *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu atribut linguistik dan atribut numerik. Menurut Professor Zadeh logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan antara hitam dan putih, dalam bentuk linguistik konsep yang tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan” dan “sangat”.

2.6.1 Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* merupakan perluasan himpunan tegas atau *crisp*. Sebuah himpunan tegas atau *crisp* adalah sekumpulan objek yang jelas, apakah objek tersebut anggota himpunan atau bukan. Pada himpunan *fuzzy* keanggotaan suatu elemen didalam himpunan dinyatakan dengan derajat keanggotaan yang nilainya terletak pada rentang 0 sampai 1. Sebuah himpunan *fuzzy* A dapat didefinisikan sebagai berikut, misalnya terdapat semesta X maka dapat ditulis dalam fungsi matematis pada persamaan 2.1.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in X \\ 0, & x \notin X \end{cases} \quad (2.1)$$

Dimana x adalah anggota himpunan X dan nilai $\mu_A(x)$ antara $[0, 1]$ yang merupakan nilai dari derajat keanggotaan dari masing-masing keanggotaan 3 (Zadeh, 1965). Himpunan *fuzzy* memiliki operasi aljabar seperti himpunan *crisp*, operator yang digunakan yaitu logika AND untuk operator minimum dan logika OR untuk operator maksimum.

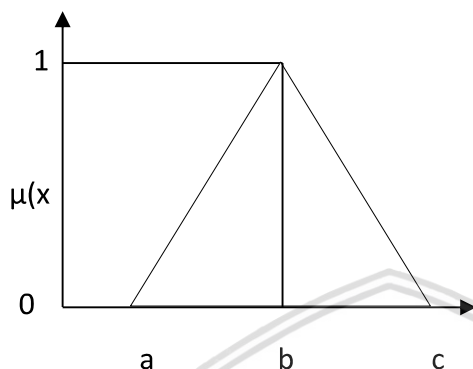
Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut yaitu linguistik dan numerik. Atribut linguistik merupakan penamaan pada grup yang mewakili kondisi dengan menggunakan bahasa alami contohnya seperti “panas”, “dingin”, “tua”, “muda”, “pelan”, dan sebagainya. Sedangkan atribut numerik yaitu nilai yang menunjukkan variabel fuzzy.

2.6.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan suatu himpunan *fuzzy*. Fungsi keanggotaan sering digambarkan dalam suatu kurva yang berisi tentang pemetaan titik input data kedalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi keanggotaan yang dapat digunakan, yaitu :

1. Representasi kurva segitiga

Kurva segitiga merupakan gabungan dari dua garis linier yaitu garis linier naik dan garis linier turun. Bentuk kurva ditandai oleh adanya tiga parameter (a,b,c) yang akan menentukan koordinat x dari tiga sudut seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Kurva Segitiga

Sumber : Kusumadewi, (2004)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.2)$$

Dimana :

$\mu(x)$ = derajat keanggotaan

a = nilai dominan terkecil yang memiliki derajat keanggotaan

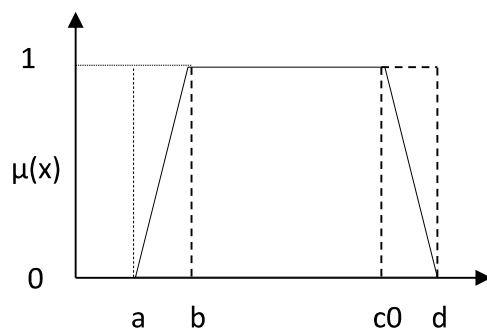
b = nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan

c = nilai domain terbesar yang memiliki derajat keanggotaan

x = nilai input yang akan di ubah kedalam bilangan *fuzzy*

2. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, yang membedakan hanya ada beberapa titik yang memiliki nilai derajat keanggotaan satu. Kurva trapesium ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2. 2 Kurva Trapesium

Sumber : Kusumadewi, (2004)

Fungsi keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & x \leq d \end{cases} \quad (2.3)$$

Dimana :

$\mu(x)$ = derajat keanggotaan

a = nilai dominan terkecil yang memiliki derajat keanggotaan nol

b = nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan satu

c = nilai domain terbesar yang memiliki derajat keanggotaan satu

d = nilai dominan terbesar yang memiliki derajat keanggotaan nol

x = nilai input yang akan di ubah kedalam bilangan *fuzzy*

2.7 Fuzzy Time Series

Metode peramalan yang paling sering digunakan adalah *Fuzzy Time Series* yang merupakan pengembangan dari himpunan *fuzzy*. *Fuzzy Time Series* pertama kali diperkenalkan oleh Song dan Chissom (1993a) dengan menggunakan relasi *fuzzy* metode Mamdani. Kemudian Chen (1996) membuat *Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series*, dengan mengelompokkan relasi *fuzzy* dengan antecedentnya. Meskipun memberikan hasil yang baik namun metode Chen memiliki beberapa kekurangan, sehingga banyak orang yang mencoba untuk memperbaiki metode tersebut.

Berikut langkah-langkah peramalan menggunakan *fuzzy time series* (Chen, 1996) :

1. Menentukan himpunan semesta yaitu data terkecil (D_{min}) serta data terbesar (D_{max}) pada data. Setelah itu tentukan semesta pembicaraan U sebagai ($D_{min} - D_1$, $D_{max} + D_2$), D_1 dan D_2 merupakan bilangan positif sembarang yang

ditentukan oleh peneliti untuk menentukan himpunan semesta dari himpunan data historis .

2. Membuat partisi dari semesta pembicaraan U menjadi beberapa interval dengan ukuran yang sama panjang.
3. Membentuk himpunan *fuzzy*.
Himpunan *fuzzy* dibentuk dengan nilai sub-himpunan yang sama.
4. Fuzzifikasi data yaitu mencari kesamaan himpunan *fuzzy* untuk setiap data. Jika kumpulan data *time series* termasuk dalam interval u_i maka defuzzifikasi menjadi himpunan *fuzzy* A_i .
5. Membentuk *fuzzy logic relationship* (FLR) dan *fuzzy logic relationship group* (FLRG)
6. Hitung nilai prediksi. Prediksi $F(t)$ dapat dilakukan dengan mengikuti aturan berikut (Xihao dan Yimin, 2008):

Aturan 1 : jika kelompok relasi *fuzzy* dari A_j kosong, maka prediksi $F(t)$ adalah m_j , titik tengah dari interval u_j

$$F(t) = m_j \quad (2.4)$$

Aturan 2 : jika kelompok relasi *fuzzy* dari A satu ke satu, maka prediksi $F(t)$ adalah m , nilai tengah dari interval u_k

$$F(t) = m_k \quad (2.5)$$

Aturan 3 : jika kelompok relasi *fuzzy* dari A_j satu ke banyak contohnya ($A_j \rightarrow A_1, A_2, A_3$), maka prediksi $F(t)$ adalah perhitungan rata-rata m_1, m_2, m_3 yang merupakan nilai tengah dari interval u_1, u_2, u_3 .

2.8 Algoritme Genetika

Algoritme genetika pertama kali diperkenalkan oleh John Holland dari Universitas Michigan pada tahun 1975. Algoritme genetika merupakan salah satu cabang algoritme evolusi yang paling sering digunakan dan diterapkan dalam permasalahan optimasi. Pada dasarnya algoritme genetika adalah program komputer yang dapat mensimulasikan proses evolusi. Dalam hal ini populasi dari kromosom dihasilkan secara random dan besar kemungkinan akan berkembang sesuai hukum-hukum evolusi dengan harapan dapat menghasilkan individu kromosom yang baik.

Kelebihan algoritme genetika sebagai metode optimasi adalah sebagai berikut (Mahmudy, 2013) :

- Algoritme genetika menghasilkan himpunan solusi optimal yang sangat berguna pada penyelesaian masalah dengan banyak obyektif (Mahmudy & Rahman, 2011)
- Algoritme genetika menggunakan *kromosom* untuk mengkodekan solusi sehingga bisa melakukan pencarian tanpa memperhatikan informasi

derivatif yang spesifik dari masalah yang akan diselesaikan (Gen & Cheng; Haupt & Haupt dalam Mahmudy 2013)

- Algoritme genetika bisa diimplementasikan pada berbagai macam data contohnya seperti data yang dibangkitkan secara numerik atau menggunakan fungsi analitis (Haupt&Haupt dalam Mahmudy 2013)
- Algoritme genetika dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang kompleks dengan banyak variabel. Variabel tersebut bisa kontinyu, diskrit atau campuran keduanya (Haupt&Haupt dalam Mahmudy 2013)

2.8.1 Struktur Umum Algoritme Genetika

Didalam algoritme genetika terdapat istilah populasi yang berarti teknik pencarian atas sejumlah solusi. Individu yang berada didalam populasi tersebut disebut kromosom. Populasi awal dibentuk secara acak dengan cara membangkitkan sejumlah individu sedangkan populasi berikutnya berasal dari hasil evolusi kromosom-kromosom melalui proses iterasi yang biasa disebut dengan istilah generasi. Pada proses generasi, kromosom akan melalui proses evaluasi dimana fungsi *fitness* sebagai alat ukurnya. Nilai *fitness* bertujuan untuk menunjukkan kualitas dari kromosom dalam populasi tersebut. Pada generasi berikutnya ada istilah *offspring* (anak) yang terbentuk dari proses reproduksi dua kromosom dimana yang berperan sebagai induk adalah generasi saat ini dengan menggunakan operator penyilangan (*crossover*).

Pada algoritme genetika terdapat operator mutasi yang dapat merubah gen-gen dalam kromosom pada generasi selanjutnya. Populasi kromosom induk (*parent*) dan nilai *fitness* dari kromosom anak (*offspring*) dengan batas ukuran populasi setiap generasi tetap. Setelah beberapa generasi, maka algoritme ini akan konvergen menjadi kromosom terbaik (Kusumadewi, 2003).

2.8.2 Representasi Kromosom

Melakukan representasi kromosom yang cocok menentukan keberhasilan dari implementasi algoritme genetika. Dalam sebuah kromosom terdiri atas gen-gen yang menjadi variabel keputusan yang akan digunakan menjadi solusi (Mahmudy, 2013). Representasi kromosom diperlukan untuk menjelaskan setiap individu yang ada didalam populasi. Proses ini biasa disebut dengan sebutan pengkodean (*encoding*). Didalam algoritme genetika terdapat beberapa macam teknik *encoding* yaitu *binary encoding*, *tree encoding*, *permutation encoding*, dan *real-coded encoding*. Pada penelitian ini menggunakan *real-coded encoding* karena kromosom yang dibangkitkan menggunakan dalam bentuk variabel *continue*. Variabel *continue* diperoleh dari hasil mengukur, bisa dalam angka bulat ataupun desimal (pecahan).

2.8.3 Inisialisasi

Tahap inisialisasi bertujuan menciptakan individu-individu secara acak yang memiliki susunan gen (*kromosom*) tertentu. *Kromosom* ini mewakili solusi dari permasalahan yang akan dipecahkan dan ditempatkan pada penampungan yang

disebut dengan populasi. Pada tahap ini μ (miu) yang menyatakan ukuran populasi harus ditentukan. Panjang string *kromosom* (stringLen) dihitung berdasarkan presisi variabel dan solusi yang dicari (Mahmudy, 2013).

2.8.4 Reproduksi

Reproduksi dilakukan untuk menghasilkan keturunan (offspring) dari individu-individu yang ada dipopulasi. Dan himpunan keturunan ini ditempatkan dalam penampungan *offspring* (Mahmudy, 2013). Dalam proses ini ada dua operator genetika yang bisa digunakan yaitu tukar silang (*crossover*) dan mutasi (*mutation*).

2.8.4.1 Persilangan (*Crossover*)

Crossover yaitu suatu proses pembentukan kromosom baru berdasarkan penyilangan dua kromosom induk, dengan tujuan untuk menghasilkan individu baru yang lebih baik. Tingkat *crossover* (*crossover rate* / pc) ditentukan sesuai inputan *user* dengan rentang nilai dari 0 sampai 1. Tingkat *crossover* menyatakan jumlah *offspring* yang akan dihasilkan dari proses *crossover*.

Pada penelitian ini menggunakan metode *one-cut point crossover* karna dianggap sesuai dengan representasi kromosom permasalahan yang diteliti. *One-cut point crossover* dilakukan secara acak memilih satu titik potong dan menukarkan bagian kanan dari tiap induk untuk menghasilkan individu baru (Mahmudy, 2013).

2.8.4.2 Mutasi

Mutasi bertujuan untuk mendapatkan individu baru sebagai anak yang menyebabkan individu baru dapat menjadi heterogen dengan mengubah secara acak (Suci, 2015). Metode mutasi dilakukan dengan cara memilih secara acak induk awal yang ada pada populasi, setelah itu memilih secara acak gen mana yang akan diganti nilainya. Pada penelitian ini menggunakan *uniform mutation* yaitu memilih salah satu gen didalam sebuah kromosom secara *random* lalu menukarkan nilai gen tersebut dengan nilai *random* yang sesuai dengan rentang himpunan semesta (Uslu, et al., 2014).

2.8.5 Evaluasi

Evaluasi digunakan untuk menghitung kebugaran (*fitness*) setiap *kromosom*. Semakin besar *fitness* maka semakin baik *kromosom* tersebut untuk dijadikan calon solusi (Mahmudy, 2013). Nilai *fitness* digunakan sebagai pembeda kualitas pada setiap kromosom yang akan dihasilkan.

2.8.6 Seleksi

Seleksi adalah proses pemilihan terpilihnya individu, semakin besar nilai *fitness*-nya maka semakin besar peluang untuk menjadi solusi selanjutnya. Dalam proses seleksi ini terdapat beberapa metode yang bisa digunakan antara lain Mesin Roulette (*Roulette Wheel*), *binary tournament* dan *elitism*. Pada metode *elitism* individu yang terpilih mampu bertahan hidup akan menjadi *parent* pada generasi selanjutnya.

Proses seleksi yang digunakan pada penelitian ini yaitu seleksi *elitism* yang mana pada proses ini, semua individu didalam populasi (*parent*) dan *offspring* didalam satu penampungan. Setelah itu dilakukan proses seleksi berdasarkan nilai *fitness* tertinggi. Beberapa individu terbaik didalam populasi dipastikan akan lolos untuk masuk dalam generasi selanjutnya (Mahmudy, 2013).

2.9 Mean Absolute Percentage Error

Pada penelitian ini tingkat *error* dari hasil prediksi akan dihitung menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). MAPE dapat memberikan petunjuk mengenai seberapa besar rata-rata kesalahan *absolute* prediksi dibandingkan dengan nilai aktual. MAPE dihitung menggunakan Persamaan 2.7 seperti yang ditunjukkan berikut ini.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{F_i - A_i}{A_i} \right|}{n} \times 100\% \quad (2.7)$$

Keterangan :

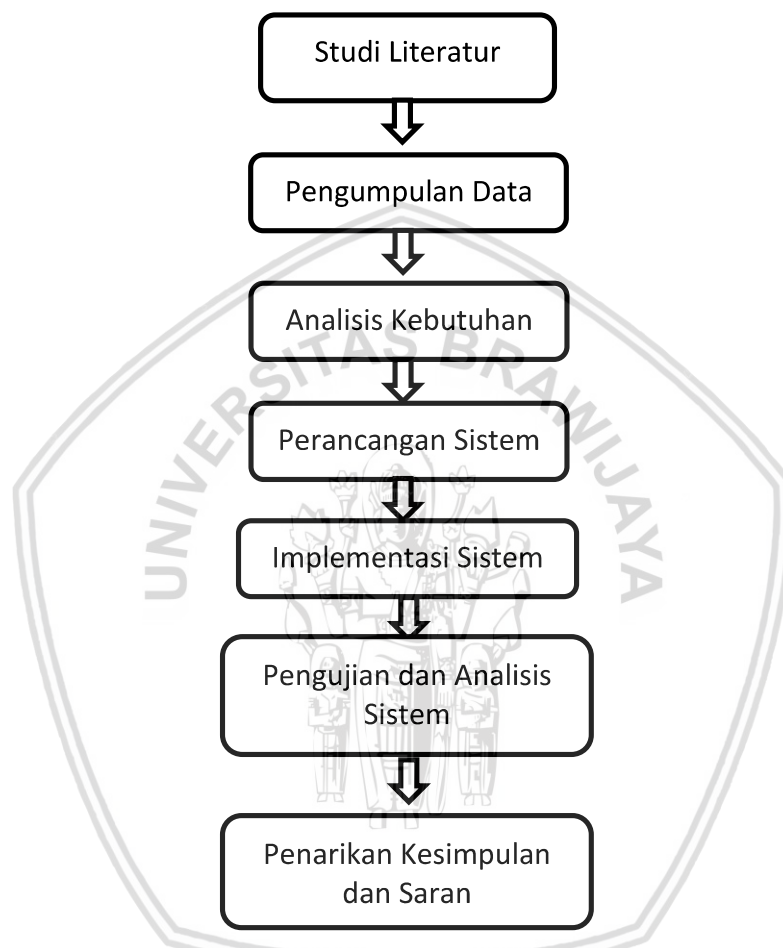
n = Jumlah data uji

F_i = Nilai aktual pada data ke i

A_i = Nilai hasil prediksi pada data ke i

BAB 3 METODOLOGI

Pada bab ini akan dibahas mengenai metode serta tahap-tahap yang akan dilakukan untuk memprediksi besar nilai penjaminan KUR dengan menggunakan metode *fuzzy time series* yang telah dioptimasi algoritme genetika. Adapun tahap metodologi dan diagram blok metodologi ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi

Berdasarkan *flowchart* pada Gambar 3.1, tahapan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan literatur yang terkait serta mempelajari metode-metode yang akan digunakan pada penelitian ini.
2. Mengumpulkan data yang akan digunakan sebagai objek penelitian ini.
3. Melakukan analisis kebutuhan yang akan digunakan dalam penelitian ini.
4. Melakukan perancangan, seperti manualisasi metode dan pengujian.
5. Melakukan proses implementasi yang didasari hasil perancangan.

6. Melakukan proses pengujian dan analisis sistem, untuk mengetahui apakah sistem sudah berjalan dengan baik atau tidak.
7. Penarikan kesimpulan dari penelitian ini, serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya

3.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah salah satu tahap yang dilakukan dalam sebuah penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan dan mempelajari teori-teori dasar yang selanjutnya akan diterapkan dalam penelitian tersebut. Literatur yang dipakai bisa berasal dari buku, jurnal ilmiah, laporan penelitian maupun situs internet yang berkaitan dengan judul skripsi ini. Teori utama dari penelitian skripsi ini yaitu sebagai berikut :

1. Penjaminan dan Kredit Usaha Rakyat (KUR)
2. Logika *Fuzzy*
3. *Fuzzy Time Series*
4. Algoritme Genetika

3.2 Pengumpulan Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penjaminan kredit KUR dari tahun 2011 sampai tahun 2014 yang diperoleh langsung dari Perusahaan Umum Jaminan Kredit Indonesia (Perum Jamkrindo) Cabang Kendari. Data tersebut mempunyai banyak variabel yang bisa digunakan, akan tetapi pada penelitian ini hanya menggunakan data pada variabel besar nilai penjaminan kredit KUR. Data yang dikumpulkan sebanyak 48 data yang akan dijadikan data latih dalam penelitian ini.

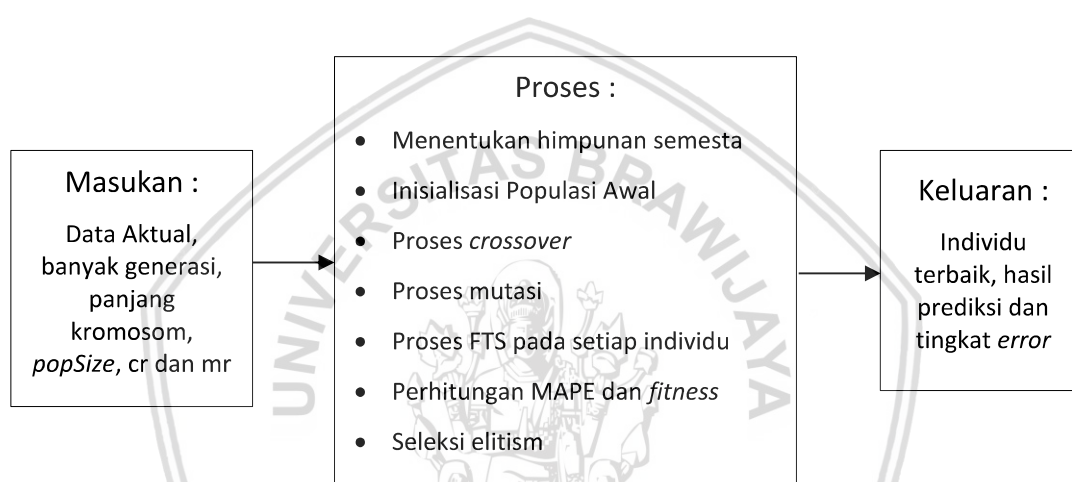
3.3 Analisis Kebutuhan

Dalam analisis kebutuhan berisi tentang kebutuhan yang diperlukan oleh peneliti dalam membangun sebuah sistem. Kebutuhan yang akan digunakan dalam pengembangan sistem ini terbagi menjadi 2 yaitu :

1. Kebutuhan Hardware
 - a. Laptop dengan Processor AMD A8
 - b. RAM 4 GB
 - c. HDD 500 GB
 - d. Layar Monitor 14"
2. Kebutuhan Software, yaitu :
 - a. Sistem Operasi Windows 10
 - b. NetBeans 8.2
 - c. Microsoft Excel
 - d. Java Development Kit (JDK) 8

3.4 Perancangan Sistem

Tahapan ini menjelaskan tentang proses perancangan pembuatan sistem optimasi *fuzzy time series* dengan algoritme genetika untuk memprediksi besar nilai penjaminan kredit KUR. Perancangan ini dilakukan guna memudahkan dalam proses implementasi. Perancangan yang pertama kali dilakukan yaitu perancangan perhitungan sederhana yang dilakukan secara manual. Selanjutnya perancangan *interface* atau antarmuka, yang digunakan untuk acuan *interface* sistem nantinya. Terakhir yaitu perancangan sistem, yang meliputi 3 proses yaitu masukan, proses, dan keluaran. Model perancangan sistem menjelaskan cara kerja sistem secara terstruktur mulai dari masukan, proses serta keluaran, yang akan ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Keterangan :

1. Masukan

Masukan berupa data penjaminan kredit KUR periode Januari 2011 sampai Desember 2014 yang digunakan sebagai data latih dan data uji. Sedangkan parameter-parameter yang digunakan dalam implementasi sistem yaitu banyak generasi, panjang kromosom, banyak *popSize*, *cr* dan *mr*.

2. Proses

Proses diawali dengan membentuk himpunan semesta untuk mencari nilai minimum dan maksimum pada data. Setelah itu melakukan inisialisasi populasi awal, yaitu membentuk *parent* dengan kromosom yang isi gennya berasal dari nilai *random* sebagai sub himpunan. Selanjutnya melakukan proses *crossover* dan mutasi, setelah semua individu terbentuk langkah selanjutnya yaitu melakukan proses *fuzzy time series* pada setiap individu lalu menghitung nilai MAPE dan *fitness*. Langkah terakhir yaitu melakukan proses seleksi *elitism* untuk mendapatkan hasil terbaik.

3. Keluaran

Hasil yang dikeluarkan berupa hasil seleksi, serta hasil prediksi nilai penjaminan kredit KUR dan nilai MAPEnya.

3.5 Implementasi Sistem

Implementasi sistem adalah tahapan dimana membangun sistem sesuai dengan perancangan yang dilakukan sebelumnya. Berikut merupakan langkah-langkah implementasi sistem, yaitu :

1. Implementasi metode *fuzzy time series* yang telah dioptimasi dengan algoritme genetika untuk memprediksi nilai penjaminan kredit KUR.
2. Implementasi antarmuka pengguna sistem
3. Keluaran yang dihasilkan yaitu hasil prediksi nilai penjaminan kredit KUR.

3.6 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mendapatkan hasil dari sistem yang telah kita buat, apakah sesuai dengan analisis kebutuhan atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan cara pengujian tingkat akurasi algoritme. Hal ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan sistem. Berikut tahapan pengujian pada penelitian :

1. Pengujian fungsional berguna untuk mengetahui apakah penelitian yang dibuat telah sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan sebelumnya.
2. Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui hasil implementasi sudah terpenuhi atau belum. Pengujian akurasi meliputi beberapa pengujian seperti pengujian panjang kromosom (interval), pengujian ukuran populasi (*PopSize*), pengujian jumlah generasi, serta pengujian kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate*.

3.7 Penarikan Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan dilakukan analisa kemudian ditarik kesimpulan yang berkaitan dengan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian. Tahap terakhir dari penulisan adalah saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang terjadi dan menyempurnakan penulisan serta untuk memberikan pertimbangan akan pengembangan aplikasi selanjutnya.

BAB 4 PERANCANGAN

4.1 Desain Algoritme

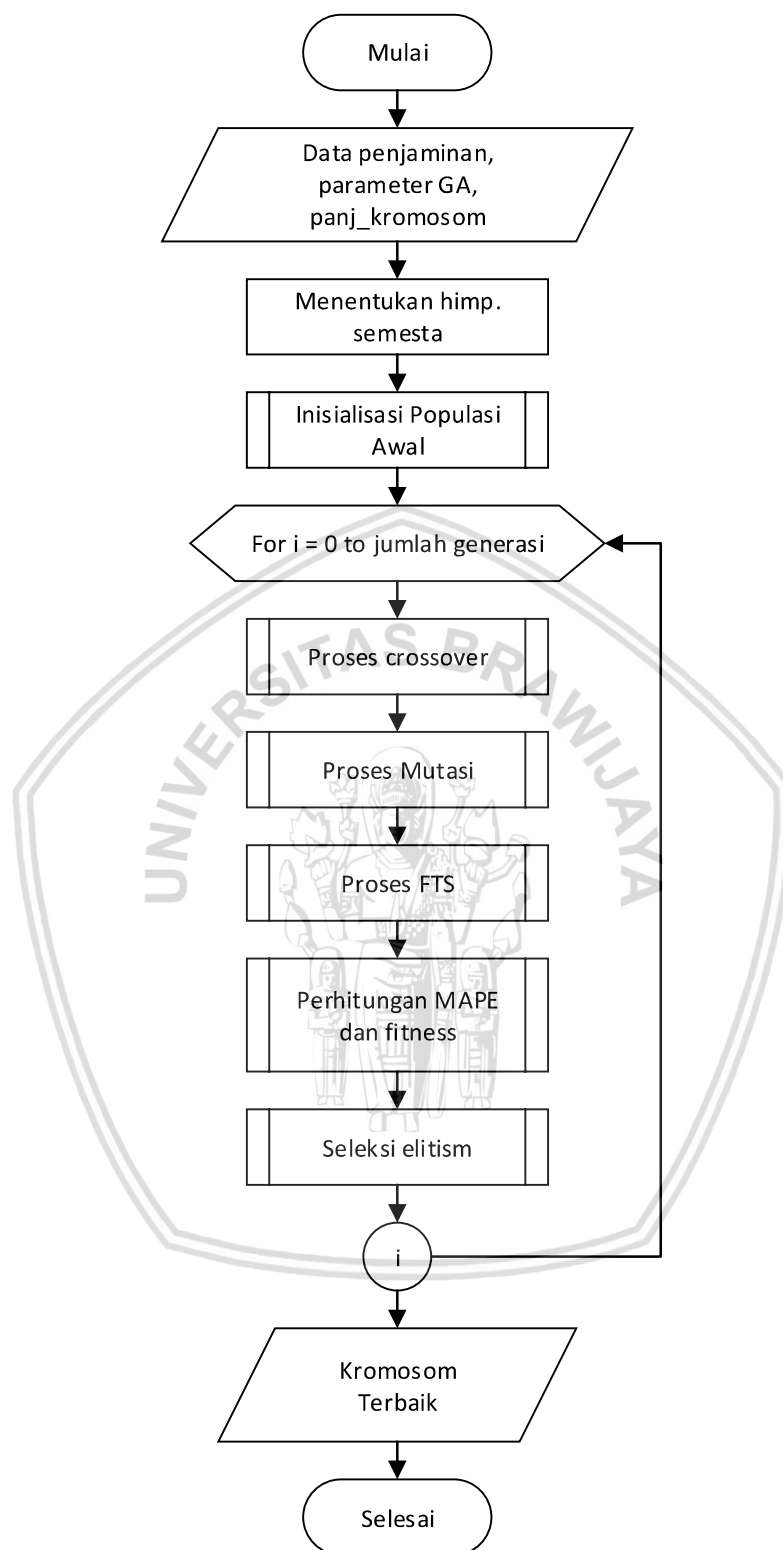
Sub bab ini membahas desain algoritme tentang perancangan sistem optimasi *fuzzy time series* untuk memprediksi besar nilai penjaminan dengan algoritme genetika dengan menggunakan *flowchart* (diagram alir). *Flowchart* akan menggambarkan alur kerja sistem yang akan bekerja dengan sistem. Tujuan *flowchart* adalah untuk memudahkan peneliti dalam melakukan perancangan sistem yang akan dibuat. Didalam sistem ini ada 10 *flowchart* diantaranya proses *fuzzy time series*, proses fuzzyfikasi, proses FLR dan FLRG, proses defuzzyfikasi, proses prediksi, proses perhitungan nilai error, proses algoritme genetika, proses *crossover*, proses mutasi dan proses seleksi.

4.1.1 Desain Algoritme *Fuzzy Time Series* dan Algoritme Genetika (FTSGA)

Gambaran umum proses *fuzzy time series* yang telah dioptimasi algoritme genetika untuk memprediksi besar nilai penjaminan sebagai berikut :

1. Data inputan yaitu data penjaminan periode 2011 sampai 2014, masukkan parameter GA seperti ukuran *popSize*, probabilitas *crossover* (cr), probabilitas mutasi (mr), banyak generasi dan panjang kromosom.
2. Menentukan himpunan semesta yaitu nilai min dan max pada data.
3. Inisialisasi populasi awal sesuai banyaknya *popSize*.
4. Lakukan proses *crossover*, pada penelitian ini menggunakan *one-cut-point crossover*.
5. Melakukan proses mutasi
6. Proses *Fuzzy Time Series* dilakukan pada setiap *popSize* yang ada, untuk melakukan proses memprediksi.
7. Setelah mendapatkan hasil prediksi, selanjutnya yaitu menghitung nilai *error* dengan MAPE dan juga *fitness* untuk mengetahui seberapa baik hasil prediksi.
8. Proses seleksi untuk mencari nilai *fitness* terbaik dari setiap *popSize* yang ada.
9. Kromosom terbaik dapat dihasilkan setelah proses-proses diatas telah dilakukan.

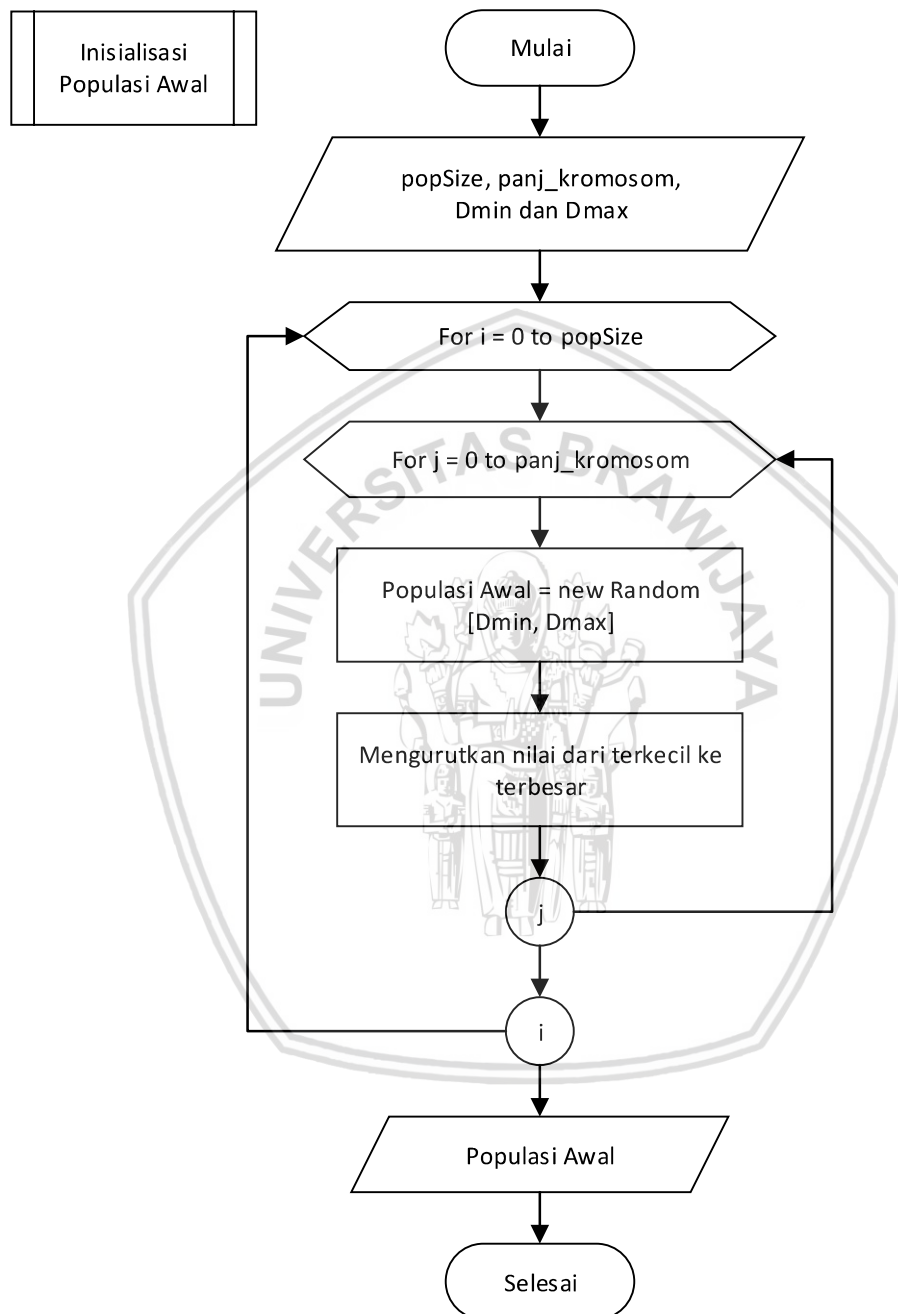
Berikut ini adalah gambaran umum proses memprediksi besar nilai penjaminan menggunakan metode *fuzzy time series* yang ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Flowchart FTS-GA

4.1.2 Inisialisasi Populasi Awal

Proses yang pertama kali dilakukan adalah inisialisasi populasi awal. Berikut proses inisialisasi populasi awal yang digambarkan pada *flowchart* dalam Gambar 4.2.



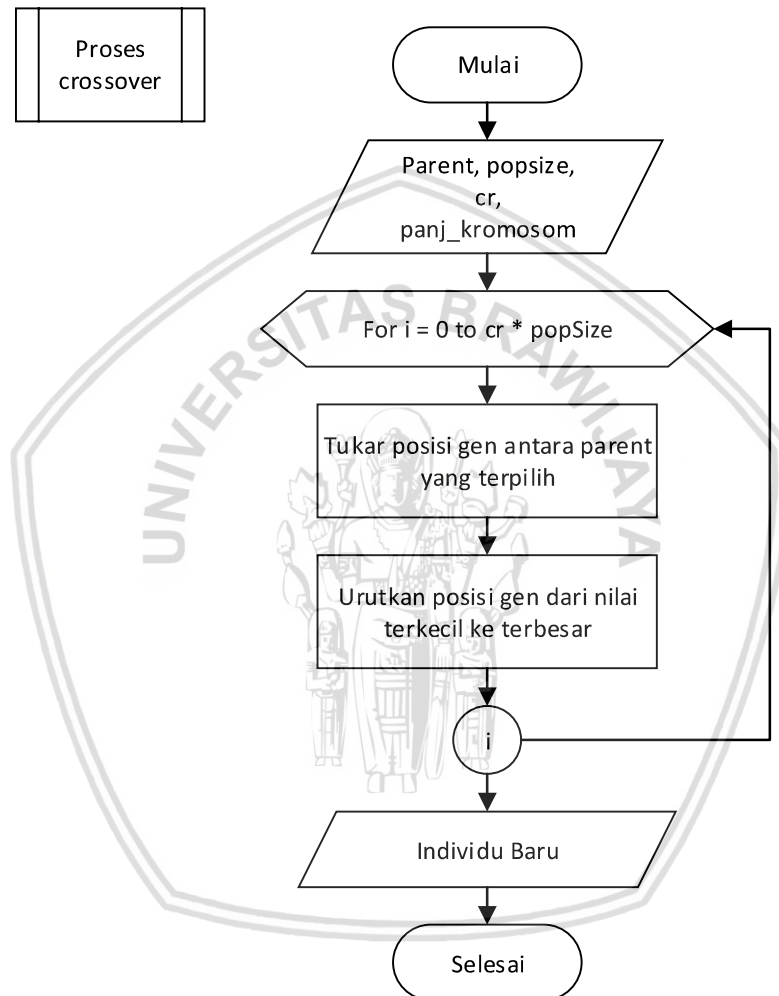
Gambar 4. 2 Flowchart Inisialisasi Populasi Awal

Gambar 4.2 menjelaskan tentang langkah-langkah dalam melakukan inisialisasi populasi awal. Masukan yang digunakan berupa *popSize*, panjang kromosom, serta *Dmin* dan *Dmax*. Kemudian mencari nilai *random* sesuai dengan rentang antara *Dmin* dan *Dmax*. Setelah didapatkan nilai *random* sebanyak

panjang kromosom, langkah selanjutnya adalah mengurutkan dari nilai terkecil ke terbesar. Keluaran sistem berupa populasi awal.

4.1.3 Proses Crossover

Proses *crossover* yang digunakan dalam sistem ini yaitu *one-cut-point* yaitu memilih dua buah gen yang ada pada *parent* lalu posisinya akan ditukar. Penjelasan lebih jelas mengenai proses *crossover* akan digambarkan pada Gambar 4.3.

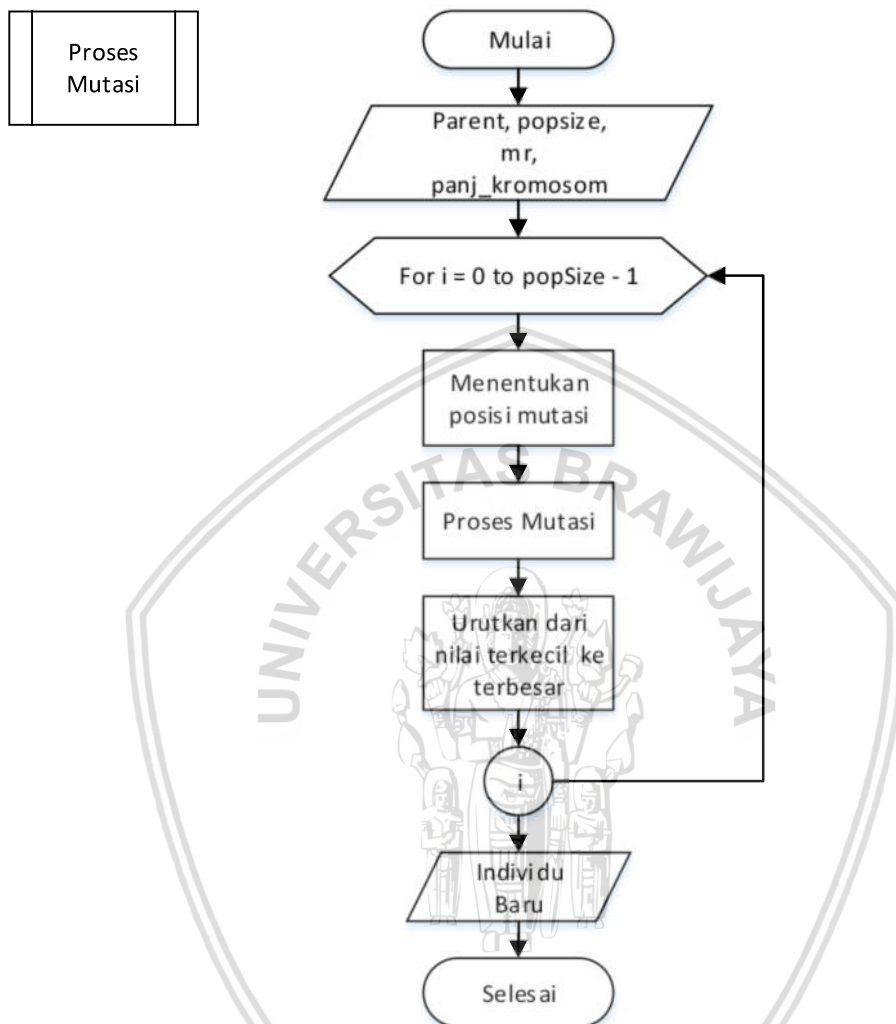


Gambar 4. 3 Flowchart Proses Crossover

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 bahwa langkah-langkah untuk melakukan proses *crossover* yang pertama yaitu masukan yang dibutuhkan seperti *parent*, *popSize*, nilai probabilitas *crossover* (*cr*) dan panjang kromosom. Proses *crossover* akan menghasilkan individu baru sebanyak $cr * popSize$. Langkah selanjutnya yaitu menukarkan posisi gen pada *parent* yang telah dipilih secara acak. Lalu urutkan posisi gen tersebut dari nilai terkeci ke terbesar. Hasil yang didapatkan pada proses ini adalah individu baru.

4.1.4 Proses Mutasi

Selain *crossover*, mutasi juga dapat menghasilkan individu baru dengan cara yang berbeda. Pada *flowchart* dibawah ini akan dijelaskan langkah-langkah proses mutasi pada Gambar 4.4.

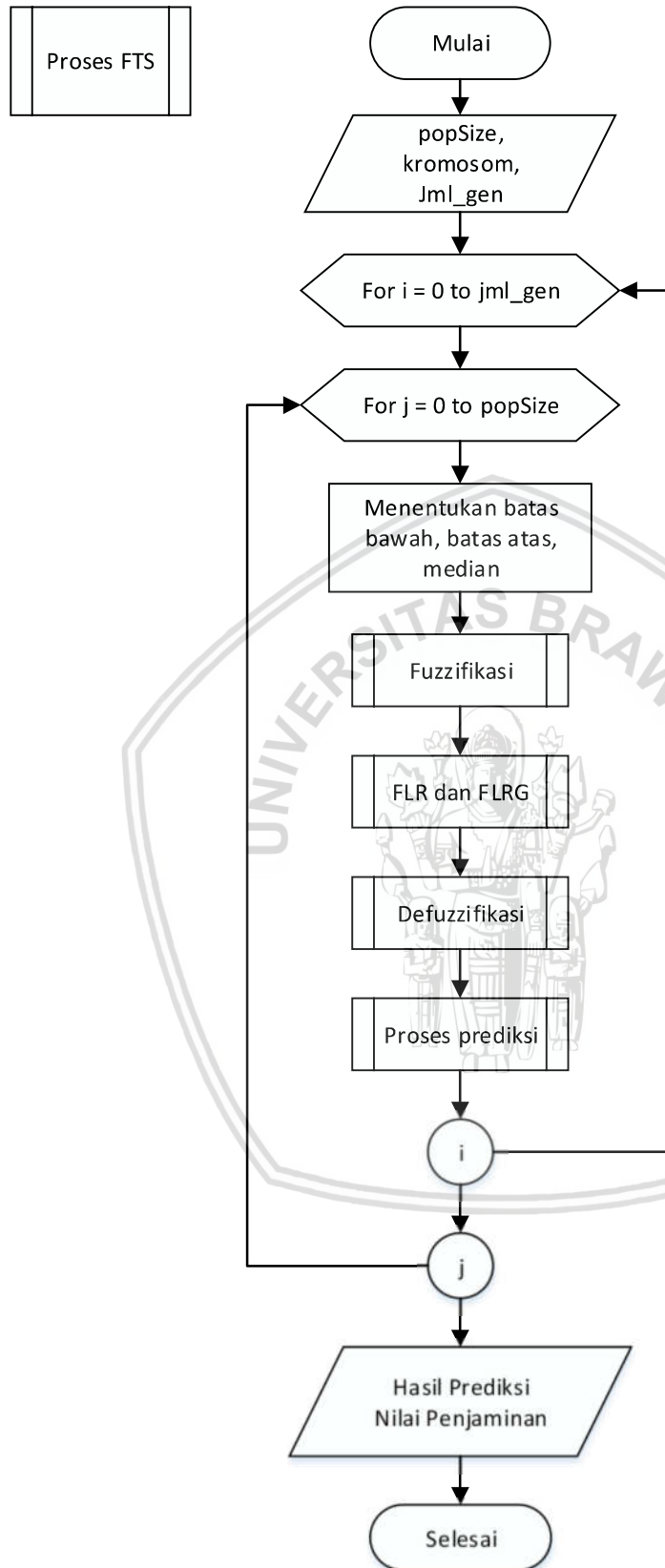


Gambar 4. 4 Flowchart Proses Mutasi

Hampir sama seperti proses *crossover*, masukan yang dibutuhkan pada proses mutasi yaitu *parent*, *popSize*, nilai probabilitas mutasi (*mr*) dan panjang kromosom. Menentukan posisi yang akan dimutasi pada salah satu gen yang dimiliki oleh *parent*. Proses mutasi yang dilakukan yaitu mengganti nilai dari gen tersebut. Setelah didapatkan nilai baru, langkah selanjutnya yaitu mengurutkan nilai dari yang terkecil ke terbesar. Hasil yang didapatkan adalah individu baru.

4.1.5 Proses Fuzzy Time Series

Proses ini dilakukan untuk melakukan prediksi terhadap semua individu yang ada. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada *flowchart* pada Gambar 4.5.

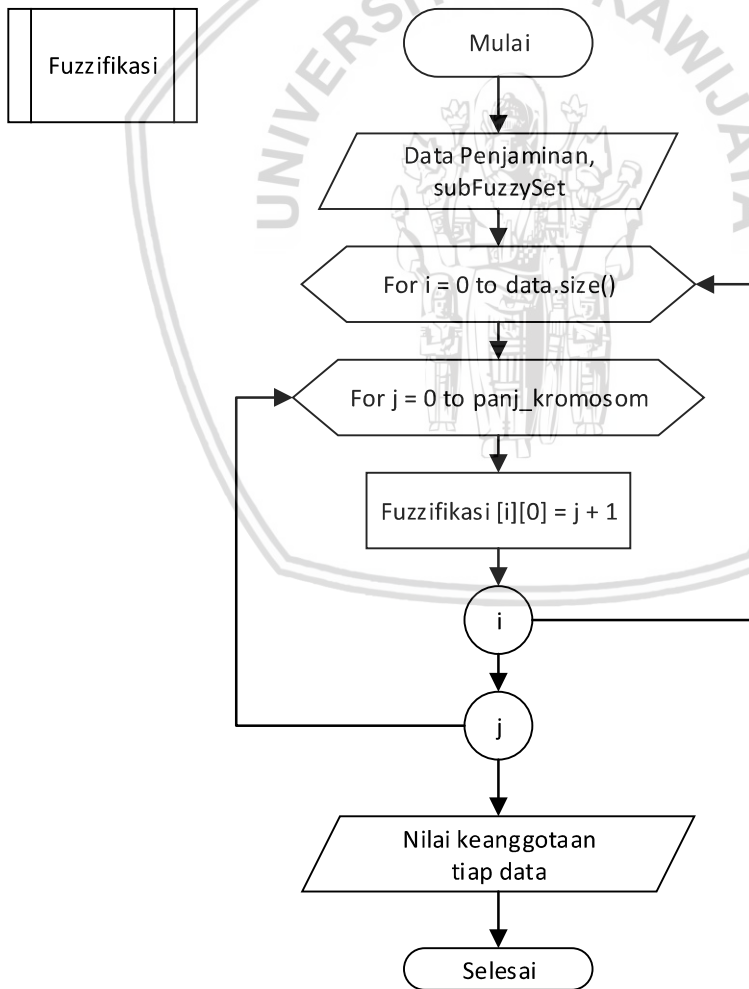


Gambar 4. 5 Flowchart Proses FTS

Dapat dilihat pada Gambar 4.5 langkah-langkah dalam proses *fuzzy time series*. Masukan yang dibutuhkan yaitu data penjaminan yang merupakan data aktual, *popSize*, kromosom, dan jumlah generasi. Dilakukan perulangan sebanyak jumlah generasi dan *popSize*. Setiap individu memiliki batas atas, batas bawah, dan rentang yang berbeda karena tiap kromosom individu nilainya *random*. Selanjutnya adalah fuzzifikasi dimana tiap data aktual diberi nilai keanggotaan yang didapatkan berdasarkan nilai data tersebut tidak lebih ataupun kurang pada rentang batas bawah dan batas atas. Proses selanjutnya yaitu FLR dan FLRG, dimana FLR berfungsi untuk membuat relasi antara state sebelumnya dengan state setelahnya, sedangkan FLRG bertugas untuk mengelompokkan hasil dari FLR. Defuzzifikasi dilakukan sebanyak FLRG. Lalu dilakukan proses memprediksi, setelah mendapatkan hasil prediksi baru bisa menghitung nilai *error* dengan MAPE serta nilai *fitness* pada setiap individu.

4.1.6 Fuzzifikasi

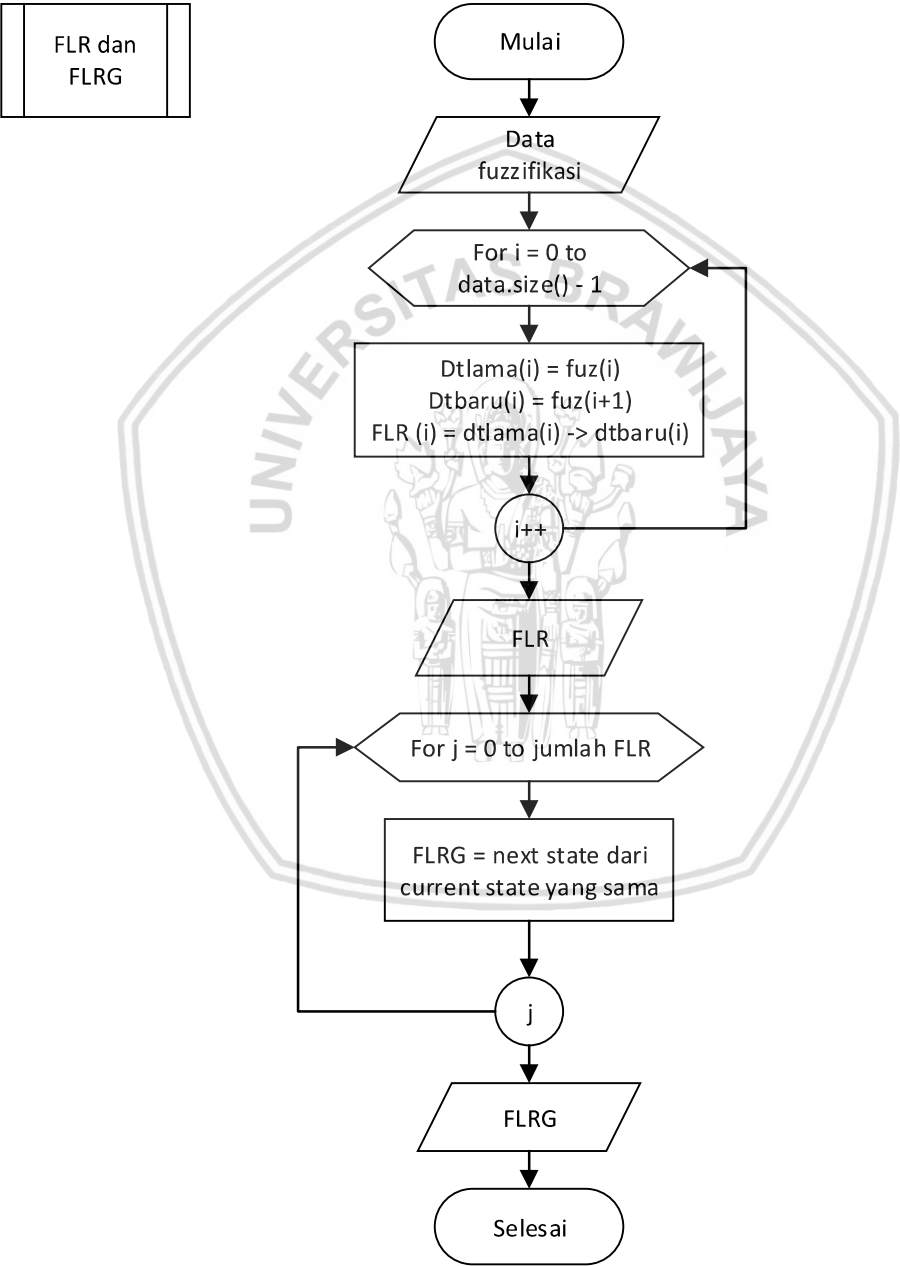
Langkah pertama yang dijabarkan dari proses FTS adalah fuzzifikasi. Langkah-langkah proses fuzzifikasi akan dijabarkan dengan *flowchart* pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Flowchart Proses Fuzzifikasi

Gambar 4.6 menjelaskan tentang langkah-langkah desain algoritme sub proses fuzzifikasi. Masukan yang dibutuhkan yaitu data penjaminan dan subFuzzySet. Fuzzifikasi dilakukan untuk menentukan nilai keanggotaan data penjaminan pada subFuzzySet. Hasil yang didapatkan dari proses fuzzifikasi yaitu nilai keanggotaan pada tiap data penjaminan.

4.1.7 Fuzzy Logic Relationship (FLR) dan Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)



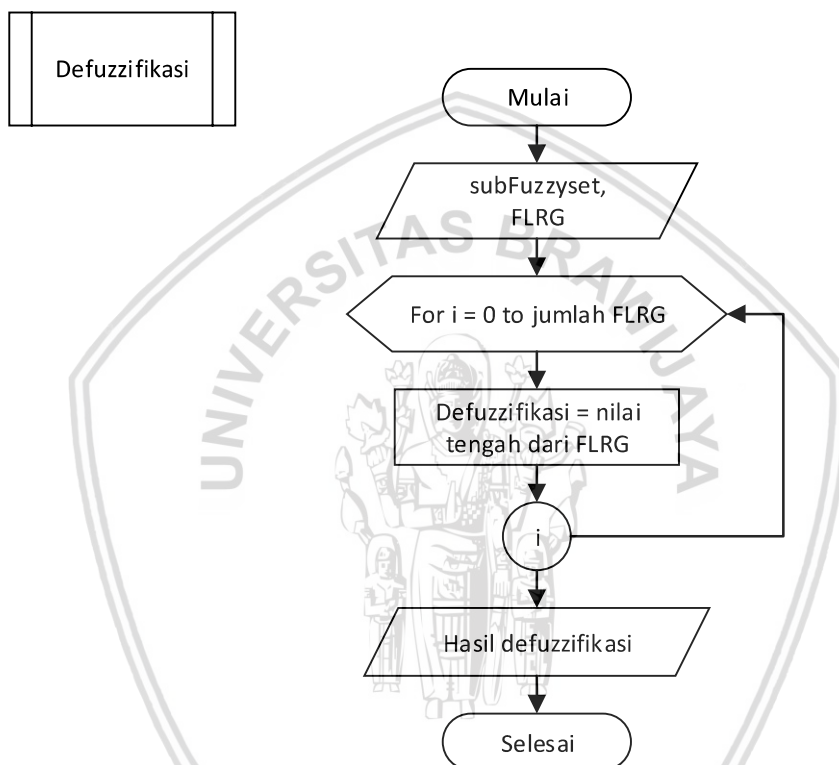
Gambar 4. 7 Flowchart FLR dan FLRG

Pada Gambar 4.7 telah dijabarkan proses FLR dan FLRG, proses FLR dilakukan untuk menentukan relasi antara state. Masukan yang dibutuhkan yaitu data yang

telah difuzzifikasi pada proses sebelumnya. Untuk membentuk FLR adalah dengan cara membuat relasi antar state sebelumnya dengan state setelahnya. Hasil dari proses ini adalah dtlama ke (i) dan dtbaru ke (i). Proses selanjutnya yaitu FLRG yang berfungsi untuk mengelompokkan hasil dari FLR yang telah dihasilkan sebelumnya. Hasil yang didapatkan yaitu kelompok relasi dari setiap state.

4.1.8 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses untuk mengembalikan nilai *fuzzy* menjadi nilai sebenarnya. Langkah-langkah dalam melakukan proses defuzzifikasi seperti *flowchart* pada Gambar 4.8.



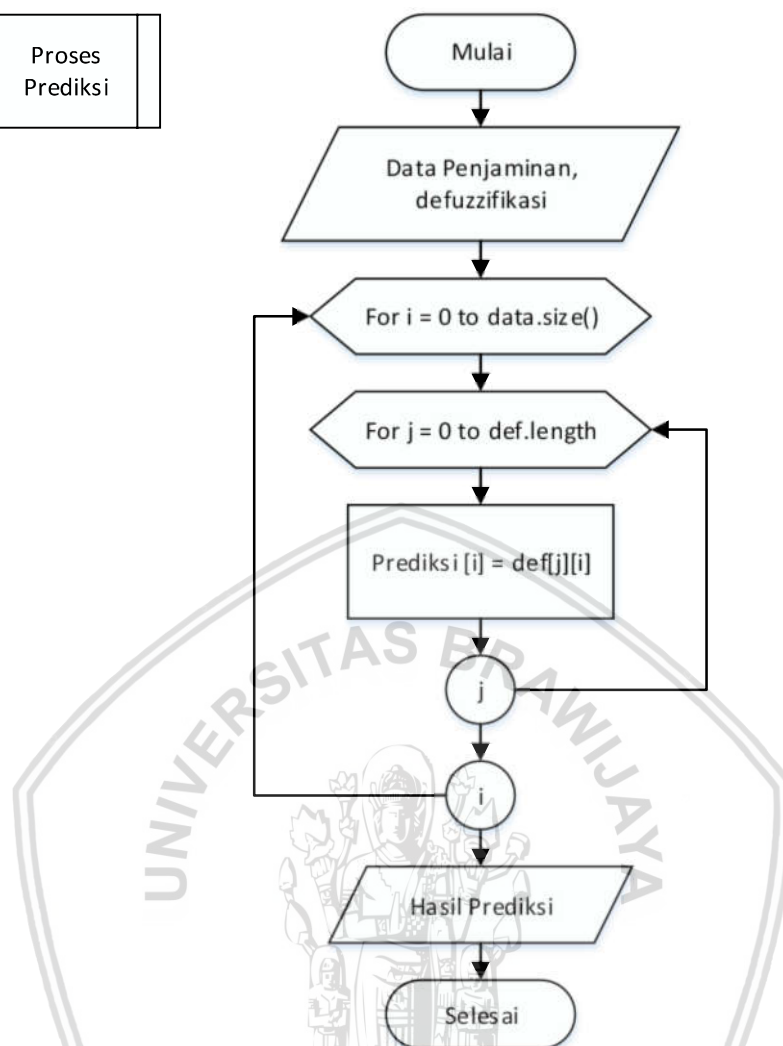
Gambar 4. 8 Flowchart Defuzzifikasi

Seperti pada Gambar 4.8 dijabarkan langkah-langkah untuk melakukan proses defuzzifikasi. Masukan yang dibutuhkan adalah subFuzzySet dan FLRG. Proses ini akan dilakukan sebanyak jumlah FLRG. Nilai tengah pada setiap state pada relasi merupakan keluaran dari sistem ini.

4.1.9 Prediksi

Langkah-langkah untuk melakukan proses memprediksi dapat dilihat pada *flowchart* yang ditampilkan pada gambar 4.9.

Proses Prediksi

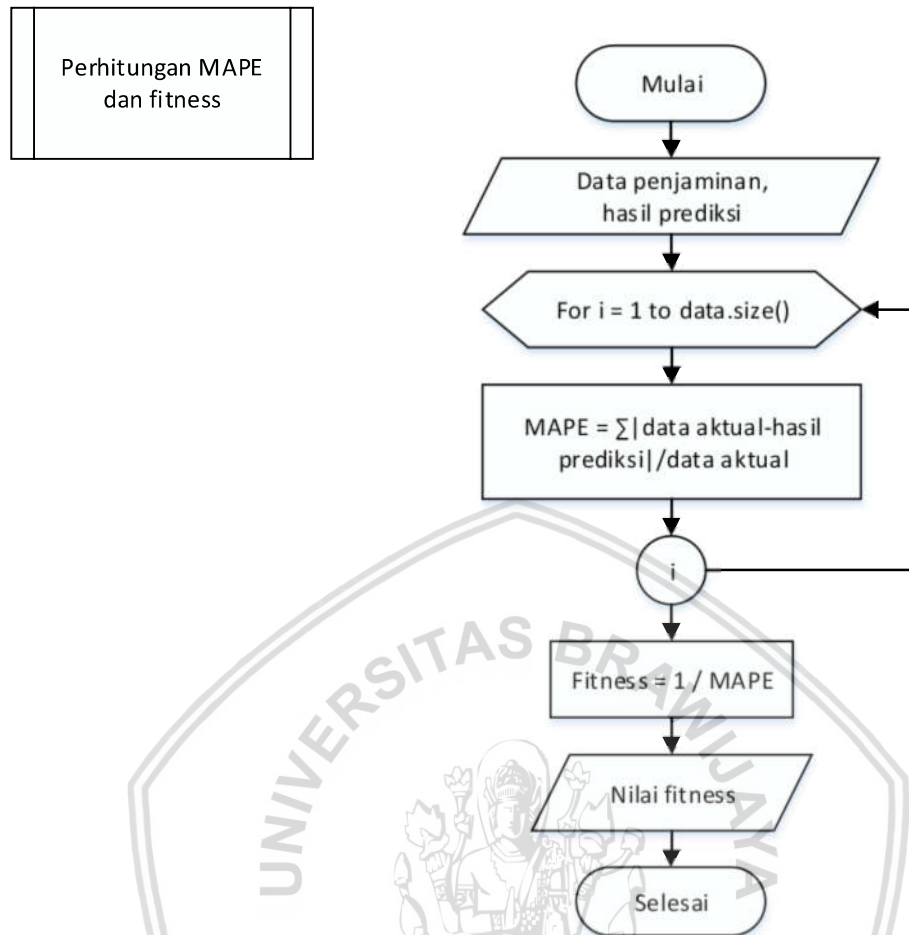


Gambar 4. 9 Flowchart Proses Prediksi

Gambar 4.9 menjelaskan tentang langkah-langkah dalam melakukan proses memprediksi. Masukan yang dibutuhkan ialah data penjaminan dan hasil dari defuzzifikasi. Proses memprediksi dilakukan sesuai dengan nilai state sebelumnya pada FLR dan nilai hasil defuzzifikasi, dimana nilai prediksi sama dengan nilai $def[j][i]$. Hasil yang didapatkan pada proses ini yaitu hasil prediksi pada tiap data.

4.1.10 Perhitungan MAPE dan *Fitness*

MAPE digunakan untuk mengetahui tingkat *error* dari hasil prediksi. Tahapan proses perhitungan MAPE dapat dilihat pada gambar 4.6 dengan penjelasan tiap tahapannya sebagai berikut :

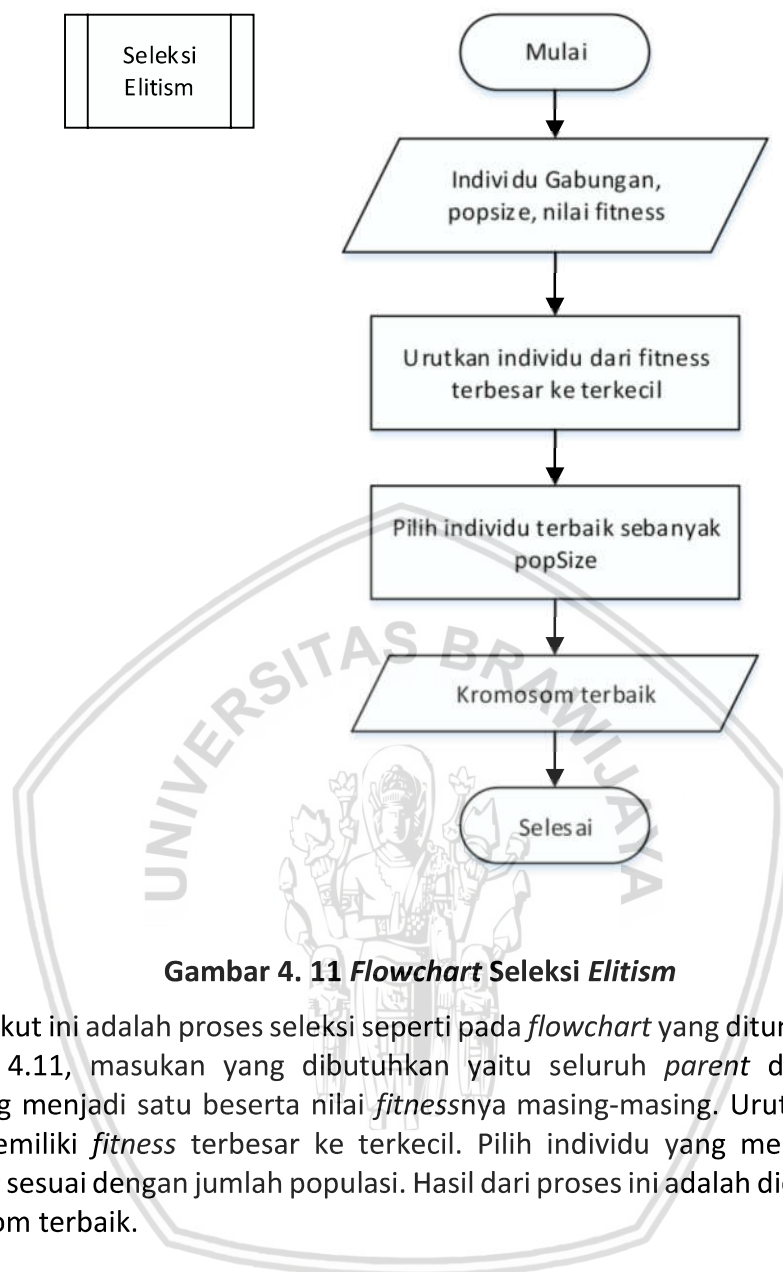


Gambar 4. 10 Flowchart Perhitungan MAPE dan *Fitness*

Data yang dibutuhkan adalah data aktual dan data hasil prediksi. Menghitung nilai MAPE dengan cara data aktual dikurangi hasil prediksi lalu dibagi dengan aktual dikali 100%. Hasil dari proses ini adalah nilai MAPE untuk setiap data. Setelah mendapatkan nilai MAPE, langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai *fitness* dengan persamaan 1 dibagi MAPE. Hasil akhir dari proses ini yaitu nilai *fitness*.

4.1.11 Seleksi *Elitism*

Langkah-langkah untuk melakukan proses seleksi *elitism* dijabarkan dengan *flowchart* pada gambar 4.11. Seleksi dilakukan untuk mengetahui individu mana yang memiliki nilai *fitness* tertinggi agar dapat dijadikan sebagai calon solusi untuk generasi selanjutnya.



Gambar 4. 11 Flowchart Seleksi Elitism

Berikut ini adalah proses seleksi seperti pada *flowchart* yang ditunjukkan pada gambar 4.11, masukan yang dibutuhkan yaitu seluruh *parent* dan *offspring* digabung menjadi satu beserta nilai *fitness*nya masing-masing. Urutkan individu yang memiliki *fitness* terbesar ke terkecil. Pilih individu yang memiliki *fitness* terbesar sesuai dengan jumlah populasi. Hasil dari proses ini adalah didapatkannya kromosom terbaik.

4.2 Perhitungan Manual

Pada sub bab ini akan dijabarkan proses implementasi dari desain algoritme sebelum diimplementasikan dalam pembuatan sistem. Perhitungan manual akan dijelaskan secara bertahap, akan tetapi ada tahapan yang tidak dimasukkan. Penelitian ini menggunakan dua metode perhitungan yaitu *fuzzy time series* sebagai algoritme untuk melakukan prediksi dan algoritme genetika digunakan untuk optimasi *fuzzy*. Nilai *error* dari hasil prediksi akan dihitung dengan menggunakan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE). Kedua algoritme tersebut akan diimplementasikan untuk memprediksi nilai penjaminan kredit KUR. Data yang digunakan sebanyak 48 data dengan parameter penjaminan kredit KUR. Data tersebut merupakan data pada periode Januari 2011 sampai Desember 2014 yang akan ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Penjaminan

Bulan	Besar Nilai Penjaminan	Bulan	Besar Nilai Penjaminan
Jan-11	4.297.700.000	Jan-13	13.485.200.000
Feb-11	3.742.050.000	Feb-13	10.773.296.609
Mar-11	600.000.000	Mar-13	10.929.896.609
Apr-11	2.340.250.000	Apr-13	5.734.698.880
Mei-11	3.616.300.000	Mei-13	9.510.025.000
Jun-11	8.240.600.000	Jun-13	5.779.200.000
Jul-11	2.930.000.000	Jul-13	10.874.300.000
Agu-11	5.138.800.000	Agu-13	6.415.410.000
Sep-11	7.850.250.000	Sep-13	3.903.268.000
Okt-11	2.285.400.000	Okt-13	4.736.100.000
Nov-11	9.071.650.000	Nov-13	4.273.500.000
Des-11	14.937.630.000	Des-13	7.095.200.000
Jan-12	3.850.000.000	Jan-14	2.367.200.000
Feb-12	9.160.400.000	Feb-14	1.486.000.000
Mar-12	18.293.700.000	Mar-14	2.041.400.000
Apr-12	3.186.500.000	Apr-14	3.960.750.000
Mei-12	14.124.850.000	Mei-14	5.541.999.650
Jun-12	15.472.150.000	Jun-14	6.168.000.000
Jul-12	7.940.000.000	Jul-14	932.000.000
Agu-12	18.184.150.000	Agu-14	8.565.000.000
Sep-12	2.895.000.000	Sep-14	3.452.522.111
Okt-12	24.699.240.000	Okt-14	3.824.000.000
Nov-12	15.417.213.879	Nov-14	6.000.000.000
Des-12	20.332.050.000	Des-14	4.711.000.000

4.3 Algoritme Genetika untuk Optimasi *Fuzzy Time Series*

Untuk memprediksi nilai penjaminan kredit KUR menggunakan *fuzzy time series* dengan algoritme genetika memerlukan beberapa tahap diantaranya adalah menentukan ukuran populasi, banyaknya generasi, nilai probabilitas *crossover* dan mutasi serta panjang kromosom. Perhitungan *fitness* akan dilakukan pada setiap individu-individu yang terbentuk. Selanjutnya dilakukan proses seleksi untuk memilih individu dengan nilai *fitness* terbesar. Proses ini akan terus berulang sampai hasil yang dihasilkan optimal.

Hal yang pertama kali dilakukan dalam yaitu menentukan himpunan semesta yaitu mencari nilai D_{min} dan D_{max} pada data nilai penjaminan kredit KUR. D_{min} adalah nilai minimum dari nilai penjaminan, sedangkan D_{max} adalah nilai maksimumnya. Himpunan semesta dapat didefinisikan sebagai $U=[D_{min}-D_1, D_{max} + D_2]$, dimana D_1 dan D_2 adalah bilangan positif yang ditentukan secara acak. Berdasarkan data yang digunakan, nilai $D_{min} = 600.000.000$ dan $D_{max} =$

24.699.240.000, lalu tentukan nilai $D_1 = 10000000$ dan $D_2 = 300760000$ maka $U = [590.000.000, 25.000.000.000]$. Setelah didapatkan nilai D_{min} dan D_{max} , langkah selanjutnya yaitu melakukan proses-proses selanjutnya yang akan dijabarkan pada sub bab ini. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengoptimasian *fuzzy time series* menggunakan algoritme genetika :

1. Inisialisasi populasi awal
2. Proses *crossover*
3. Proses mutasi
4. Proses *Fuzzy Time Series*
5. Proses seleksi

Sebelum melakukan perhitungan FTSGA, terlebih dahulu dilakukan penentuan parameter-parameter yang akan digunakan yaitu :

Ukuran populasi = 3
 Panjang kromosom = 22
 Banyak generasi = 1
 Probabilitas *crossover* = 0.6
 Probabilitas mutasi = 0.4

4.3.1 Representasi Kromosom

Representasi kromosom *real coded* (pengkodean riil) akan digunakan dalam proses memprediksi besar nilai penjaminan kredit KUR untuk mengoptimasi himpunan interval. Kromosom yang dibentuk terdiri dari interval, dimana isi dari gen yang ada dikromosom mewakili setiap nilai batas nilai sub himpunan yang telah dibentuk.. Berikut adalah representasi kromosom seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 4. 2 Representasi Kromosom

X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

4.3.2 Inisialisasi populasi awal

Langkah selanjutnya yaitu membentuk populasi awal sebanyak ukuran populasi yang telah ditentukan diawal. Pembentukan kromosom dilakukan secara acak, dimana nilaiinya diantara nilai D_{min} dan D_{max} . Pada tabel 4.3 akan ditampilkan 3 kromosom yang telah dibentuk pada populasi awal.

Tabel 4. 3 Individu Awal

Individu ke-	Kromosom					
	X1	X2	X3	...	X21	X22
P1	1.741.795.055	3.732.882.647	3.789.124.530	...	19.083.401.294	20.490.997.188
P2	1.682.190.612	4.172.490.699	4.204.895.151	...	22.566.571.143	24.884.599.687
P3	1.289.153.617	2.491.150.175	2.702.070.861	...	23.161.920.319	24.563.311.986

Hasil kromosom pada Tabel 4.3 terbentuk dari nilai acak yang dibangkitkan berdasarkan batas interval pada himpunan semesta yang sudah ada. Setiap nilai yang ada pada kromosom akan diurutkan dari nilai terkecil dan terbesar, yang nantinya akan digunakan sebagai batas interval pada sub himpunan *fuzzy*.

4.3.3 Proses Crossover

Dalam proses reproduksi terdapat 2 proses yaitu *crossover* dan mutasi. Pada penelitian ini metode *crossover* yang digunakan adalah *one-cut-point crossover*.

Dalam tahap ini harus ditentukan tingkat *crossover* (*crossover rate / pc*). Nilai ini menyatakan rasio *offspring* yang dihasilkan oleh proses *crossover* terhadap ukuran populasi sehingga akan dihasilkan *offspring* sebanyak $pc \times popSize$. Pada perhitungan manual ini telah ditentukan nilai *pc* sebesar 0,8. Maka didapatkan nilai *offspring* sebagai berikut.

$$Offspring = 3 \times 0,6 = 1,8$$

Hasil dari perkalian tersebut dibulatkan menjadi 2, sehingga proses *crossover* akan menghasilkan 2 *child*. Setelah jumlah *child* ditentukan langkah selanjutnya yaitu pemilihan *parent* (induk). Karna menghasilkan 2 *child* maka membutuhkan *parent* dimana pemilihan *parent* ditentukan secara acak. Proses persilangan dilakukan dengan membagi kromosom menjadi 2 segmen. Hasil proses *crossover* akan ditampilkan pada tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Proses Crossover 1

P1	X _{1,1}	X _{1,2}	.....	X _{1,10}	X _{1,11}	X _{1,12}	X _{1,13}	.....	X _{1,21}	X _{1,22}
P2	X _{2,1}	X _{2,2}	.....	X _{2,10}	X _{2,11}	X _{2,12}	X _{2,13}	.....	X _{2,21}	X _{2,22}
C1	X _{1,1}	X _{1,2}	.....	X _{1,10}	X _{1,11}	X _{2,12}	X _{2,13}	.....	X _{2,21}	X _{2,22}

Child C1 merupakan hasil *crossover* dari *parent* P1 dan P2. Gen C1 berasal dari gen ke-1 sampai ke-11 dari P1 dan gen ke-12 sampai 22 berasal dari P2.

Tabel 4. 5 Proses Crossover 2

P2	X _{2,1}	X _{2,2}	.....	X _{2,10}	X _{2,11}	X _{2,12}	X _{2,13}	.....	X _{2,20}	X _{2,21}	X _{2,22}
P3	X _{3,1}	X _{3,2}	.....	X _{3,10}	X _{3,11}	X _{3,12}	X _{3,13}	.....	X _{3,20}	X _{3,21}	X _{3,22}
C2	X _{2,1}	X _{2,2}	.....	X _{2,10}	X _{2,11}	X _{3,12}	X _{3,13}	.....	X _{3,20}	X _{3,21}	X _{3,22}

Sama halnya dengan *Child* C1, *child* C2 diperoleh dari hasil *crossover* P2 dan P3. Ditentukan titik potong pada gen ke 1 sampai gen ke 11 pada P2 dan titik potong pada gen ke 12 sampai gen ke 22 pada P3.

4.3.4 Mutasi

Langkah awal pada proses mutasi yaitu menentukan nilai *offspring* yang diperoleh dari hasil perkalian antara *mutation rate* (mr) dengan *popSize* seperti berikut :

$$Offspring = 3 \times 0,4 = 1,2$$

Dari hasil perkalian diatas, nilainya dibulatkan menjadi 1. Sehingga proses mutasi menghasilkan 1 *child*. Selanjutnya adalah menentukan *parent* yang dipilih secara acak. *Parent* yang dipilih pada proses ini adalah P3 maka akan didapatkan *offspring* ke-3 (C_3). Gen yang terpilih secara acak untuk dilakukan proses mutasi adalah gen ke-3 lalu nilainya diubah dengan aturan tidak boleh melebihi nilai gen disebelah kiri dan sebelah kanannya seperti yang ditampilkan pada tabel 4.6 :

Tabel 4. 6 Proses Mutasi

P3	X _{3.1}	X _{3.2}	X _{3.3}	X _{3.4}	X _{3.5}	X _{3.6}	.....	X _{3.18}	X _{3.19}	X _{3.20}	X _{3.21}	X _{3.22}
C3	X _{3.1}	X _{3.2}	X _{new}	X _{3.4}	X _{3.5}	X _{3.6}	.....	X _{3.18}	X _{3.19}	X _{3.20}	X _{3.21}	X _{3.22}

4.3.5 Fuzzy Time Series (FTS)

Sesuai dengan desain algoritme yang telah dirancang, langkah selanjutnya yaitu melakukan proses memprediksi terhadap individu-individu yang telah dihasilkan pada proses algoritme genetika. Adapun langkah-langkah FTS yaitu fuzzifikasi, FLR dan FLRG, defuzzifikasi, prediksi serta perhitungan MAPE dan *fitness*.

1. Membentuk kromosom menjadi sub himpunan

Contohnya yang terpilih adalah *parent* kedua, maka bentuk sub himpunannya akan jadi seperti pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Sub Himpunan

U	Batas Bawah	Batas Atas
U1	590.000.000	1.682.190.612
U2	1.682.192.612	4.172.490.699
.....
U22	24.884.599.687	25.000.000.000

2. Setelah himpunan *fuzzy* terbentuk, langkah selanjutnya yaitu fuzzyfikasi yang merupakan proses pemilihan nilai keanggotaan tertinggi data pada masing-masing variabel linguistik yang terbentuk. Misalnya bulan Jul-14, nilai keanggotaan $A_1 > A_7$ maka hasil fuzzifikasinya adalah A_1 . Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Fuzzifikasi

Bulan	Nilai Penjaminan	Fuzzyfikasi
Jan-11	4.297.700.000	A ₃
Feb-11	3.742.050.000	A ₂
Mar-11	600.000.000	A ₁
Apr-11	2.340.250.000	A ₂
Mei-11	3.616.300.000	A ₂
...
Jun-14	6.168.000.000	A ₅
Jul-14	932.000.000	A ₁
Agu-14	8.565.000.000	A ₁₀
Sep-14	3.452.522.111	A ₂
Okt-14	3.824.000.000	A ₂
Nov-14	6.000.000.000	A ₅
Des-14	4.711.000.000	A ₅

3. Membentuk *fuzzy logic relationship* (FLR) dan menetapkan *fuzzy logic relationship groups* (FLRG).

Dari hasil fuzzifikasi selanjutnya membentuk *fuzzy logic relationship* berdasarkan urutan *time series* seperti pada tabel 4.9 berikut.

Tabel 4. 9 FLR

Bulan	Nilai Penjaminan	Fuzzyfikasi	FLR
Jan-11	4.297.700.000	A ₃	-
Feb-11	3.742.050.000	A ₂	A ₃ -A ₂
Mar-11	600.000.000	A ₁	A ₂ -A ₁
Apr-11	2.340.250.000	A ₂	A ₁ -A ₂
Mei-11	3.616.300.000	A ₂	A ₂ -A ₂
...
Jun-14	6.168.000.000	A ₅	A ₅ -A ₅
Jul-14	932.000.000	A ₁	A ₅ -A ₁
Agu-14	8.565.000.000	A ₁₀	A ₁ -A ₁₀
Sep-14	3.452.522.111	A ₂	A ₁₀ -A ₂
Okt-14	3.824.000.000	A ₂	A ₂ -A ₂
Nov-14	6.000.000.000	A ₅	A ₂ -A ₅
Des-14	4.711.000.000	A ₅	A ₅ -A ₅

Dari proses FLR, maka selanjutnya dibentuk *fuzzy logic relationship group* (FLRG) dengan cara mengeliminasi FLR yang identik dan berulang, kemudian FLR yang memiliki *current state* yang sama digabung menjadi satu grup seperti pada tabel 4.10 berikut ini :

Tabel 4. 10 FLRG

<i>Current State</i>	<i>Next State</i>
A1	A2, A10
A2	A1, A2, A5, A9, A11, A15, A23
A3	A3
A4	A6
A5	A1, A2, A4, A5, A7, A11
A6	A2
A7	A2
A8	A15
A9	A2
A10	A2
A11	A5, A11, A15
....
A15	A2, A8, A11, A15, A19
....
A19	A15
A20	#
A21	#
A22	A15

4. Defuzzyfikasi

Proses defuzzyfikasi dilakukan pada semua FLRG yang telah terbentuk. Nilai defuzzyfikasi diperoleh dengan ketentuan yang telah dijelaskan pada sub bab 2.4 sehingga nilai defuzzyfikasi adalah nilai prediksi. Proses perhitungan defuzzyfikasi sebagai berikut :

$$A_4 = m_3 + m_4 + m_6 / 3$$

$$A_{15} = m_2 + m_3 / 2$$

$$A_{20} = m_{13}$$

Hasil defuzzyfikasi akan ditampilkan pada tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Hasil Defuzzifikasi

<i>Current State</i>	<i>Next State</i>	Nilai Tengah
A1	A2, A10	5.822.771.386
A2	A1, A2, A5, A9, A11, A15, A23	9.858.843.136
A3	A3	2.927.340.656
A4	A6	7.403.976.097
A5	A1, A2, A4, A5, A7, A11	5.339.731.180
A6	A2	2.927.340.656
A7	A2	2.927.340.656
A8	A15	15.867.890.297
A9	A2	2.927.340.656

A10	A2	2.927.340.656
A11	A5, A11, A15	10.555.510.508
A12	#	7.883.556.576
A13	#	8.066.876.676
A14	#	8.339.634.623
A15	A2, A8, A11, A15, A19	11.529.500.748
A16	#	18.918.709.097
A17	#	19.372.947.561
A18	#	19.736.082.504
A19	A15	15.867.890.297
A20	#	21.471.152.512
A21	#	22.151.533.525
A22	A15	15.867.890.297

5. Prediksi

Proses prediksi dari hasil defuzzifikasi berdasarkan FLRG. Hasil prediksi selengkapnya ditampilkan pada tabel 4.12

Tabel 4. 12 Hasil Prediksi

Bulan	Nilai Penjaminan	Hasil Prediksi
Jan-11	4.297.700.000	
Feb-11	3.742.050.000	2.927.340.656
Mar-11	600.000.000	9.858.843.136
Apr-11	2.340.250.000	5.822.771.386
Mei-11	3.616.300.000	9.858.843.136
...
Jun-14	6.168.000.000	5.339.731.180
Jul-14	932.000.000	5.339.731.180
Agu-14	8.565.000.000	5.822.771.386
Sep-14	3.452.522.111	2.927.340.656
Okt-14	3.824.000.000	2.927.340.656
Nov-14	6.000.000.000	2.927.340.656
Des-14	4.711.000.000	5.339.731.180
Jan-15	-	5.339.731.180

4.3.6 Perhitungan MAPE dan *Fitness*

Setelah hasil prediksi telah diketahui, langkah selanjutnya adalah menghitung kesalahan dari prediksi tersebut. Pada tabel 4.13 dibawah ditampilkan hasil prediksi dari P2. Hasil prediksi dan MAPE tiap *parent* akan berbeda hasilnya. Nilai *fitness* didapatkan dari persamaan berikut ini :

$$Fitness = \frac{1}{MAPE}$$

Tabel 4. 13 Perhitungan *error* hasil prediksi

Bulan	Nilai Penjaminan	Hasil Prediksi	MAPE
Jan-11	4.297.700.000		
Feb-11	3.742.050.000	2.927.340.656	0,217717386
Mar-11	600.000.000	9.858.843.136	15,43140523
Apr-11	2.340.250.000	5.822.771.386	1,488098018
Mei-11	3.616.300.000	9.858.843.136	1,726223802
...	
Agu-14	8.565.000.000	5.822.771.386	0,320166797
Sep-14	3.452.522.111	2.927.340.656	0,152115305
Okt-14	3.824.000.000	2.927.340.656	1,578149356
Nov-14	6.000.000.000	2.927.340.656	0,643140523
Des-14	4.711.000.000	5.339.731.180	0,133460238
MAPE			54,21997011
<i>Fitness</i>			0,018443389

Proses menghitung kebugaran (*fitness*) pada setiap individu dilakukan pada tahap ini. Semakin besar nilai *fitness* nya maka semakin baik individu tersebut untuk dijadikan sebagai calon solusi. Nilai *fitness* individu ditampilkan pada tabel 4.14 :

Tabel 4. 14 Nilai *Fitness*

Individu ke-	Nilai <i>Fitness</i>
P1	0,025452327
P2	0,018443389
P3	0,030121658
C1	0,025125398
C2	0,020483926
C3	0,026152704

4.3.7 Seleksi

Setelah diketahui nilai *fitness* pada setiap individu maka langkah selanjutnya adalah melakukan proses seleksi. Proses seleksi ini bertujuan untuk mengetahui nilai *fitness* tertinggi untuk selanjutnya dijadikan populasi baru pada generasi selanjutnya. Pada penelitian ini digunakan seleksi *elitism*. Tabel 4.15 adalah daftar individu beserta nilai *fitness* yang telah diurutkan dari nilai tertinggi.

Tabel 4. 15 Proses Seleksi

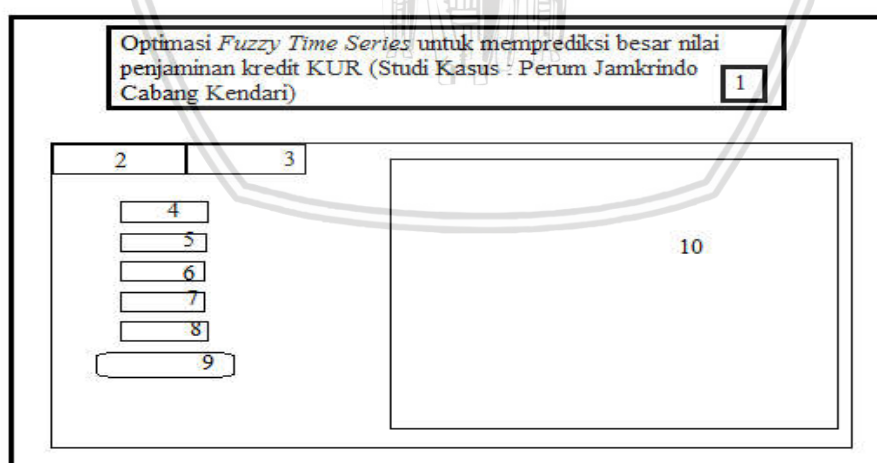
Individu ke-	Nilai <i>Fitness</i>
P3	0,030121658
C3/P6	0,026152704
P1	0,025452327
C1/P4	0,025125398
C2/P5	0,020483926
P2	0,018443389

4.4 Perancangan *User Interface*

User interface atau antarmuka berfungsi sebagai media untuk berinteraksi antara pengguna dengan sistem. Pada sub-bab ini akan ditampilkan rancangan *user interface* yang akan diterapkan pada tahap implementasi. *User Interface* sistem optimasi *fuzzy time series* untuk memprediksi besar nilai penjaminan dengan algoritme genetika terdapat 2 bagian yaitu FTSGA dan Hasil Prediksi.

4.4.1 *User Interface* FTSGA

Pada halaman FTSGA akan menampilkan hasil *fitness* terbaik yang ada pada populasi sebanyak popSize. Rancangan *user interface* FTSGA ditunjukkan pada gambar 4.12



Gambar 4. 12 *User Interface* FTSGA

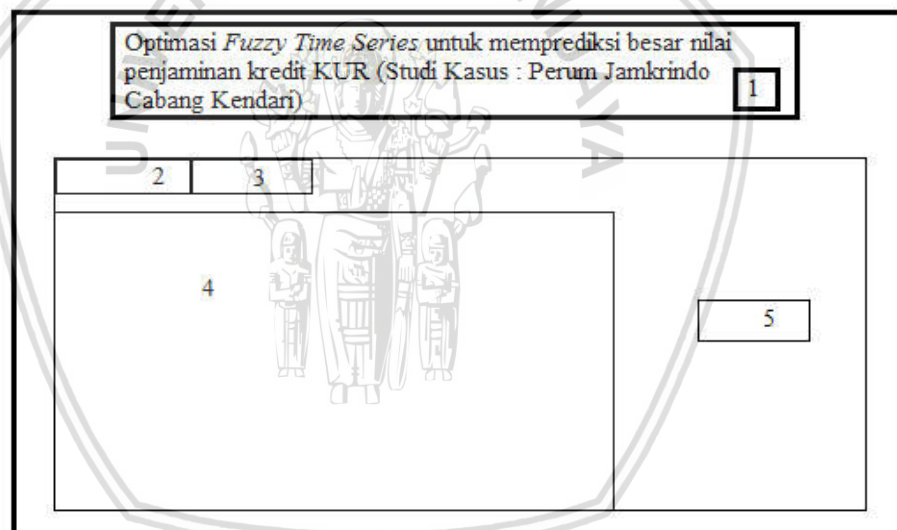
Keterangan :

1. Judul sistem

2. Tab FTSGA
3. Tab Hasil prediksi
4. Kolom inputan banyak generasi
5. Kolom inputan panjang interval
6. Kolom inputan ukuran populasi
7. Kolom inputan cr
8. Kolom inputan mr
9. Tombol proses sistem
10. Kolom Proses FTSGA

4.4.2 User Interface Hasil Prediksi

Pada halaman hasil prediksi nantinya akan menampilkan hasil prediksi yang didapatkan dari individu yang memiliki *fitness* terbaik. Rancangan *user interface* FTSGA ditunjukkan pada gambar 4.13



Gambar 4. 13 User Interface Hasil Prediksi

Keterangan :

1. Judul sistem
2. Tab FTSGA
3. Tab Hasil Prediksi
4. Kolom Hasil Prediksi
5. Kolom MAPE

4.5 Perancangan Pengujian

Perancangan pengujian merupakan proses untuk menentukan skenario pengujian yang tepat untuk mengetahui seberapa baik sistem dapat berjalan. Pada penelitian ini terdapat 4 skenario pengujian. Setiap pengujian akan dilakukan sebanyak 5 kali serta mengambil rata-rata nilai *fitness* yang tertinggi. Berikut skenario pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini :

- Pengujian Panjang Kromosom (interval)
- Pengujian Ukuran Populasi (*popSize*)
- Pengujian Kombinasi nilai *crossover rate* (cr) dan *mutation rate* (mr)
- Pengujian Banyak Generasi

4.5.1 Perancangan Pengujian Panjang Kromosom

Pengujian panjang kromosom dilakukan untuk mengetahui pengaruh panjang kromosom terhadap nilai *fitness*. Panjang kromosom yang diuji dari sebanyak 10 sampai 100 dengan kelipatan 10. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan parameter lain yang telah ditentukan. Perancangan pengujian panjang kromosom ditunjukkan pada Tabel 4.10

Tabel 4. 16 Perancangan Pengujian Panjang Kromosom

Interval	Nilai <i>Fitness</i>					Rata-Rata <i>Fitness</i>
	Pengujian ke-I					
	1	2	3	4	5	
10						
20						
30						
40						
50						
60						
70						
80						
90						
100						

4.5.2 Perancangan Pengujian Ukuran Populasi (*popSize*)

Pengujian berdasarkan ukuran populasi dilakukan untuk menganalisa pengaruh ukuran populasi terhadap nilai *fitness*. Batas maksimum ukuran populasi yang akan diuji yaitu sebesar 500. Berikut adalah perancangan pengujian berdasarkan ukuran populasi pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 17 Perancangan Pengujian Ukuran Populasi

Populasi	Nilai <i>Fitness</i>					Rata-Rata <i>Fitness</i>
	Pengujian ke-I					
	1	2	3	4	5	
50						
100						
150						
200						
250						
300						
350						
400						
450						
500						

4.5.3 Perancangan Pengujian Kombinasi cr dan mr

Perancangan pengujian yang akan dilakukan selanjutnya yaitu pengujian kombinasi antara *crossover rate* (cr) dan *mutation rate* (mr). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kombinasi cr dan mr yang menghasilkan nilai *fitness* yang maksimal. Berikut rancangan pengujian kombinasi cr dan mr yang ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 18 Perancangan Pengujian Kombinasi cr dan mr

Cr, Mr	Nilai <i>Fitness</i>					Rata-Rata <i>Fitness</i>
	Pengujian ke-I					
	1	2	3	4	5	
0,9 ; 0,0						
0,8 ; 0,1						
0,7 ; 0,2						
0,6 ; 0,3						
0,5 ; 0,4						
0,4 ; 0,5						
0,3 ; 0,6						
0,2 ; 0,7						
0,1 ; 0,8						
0 ; 0,9						

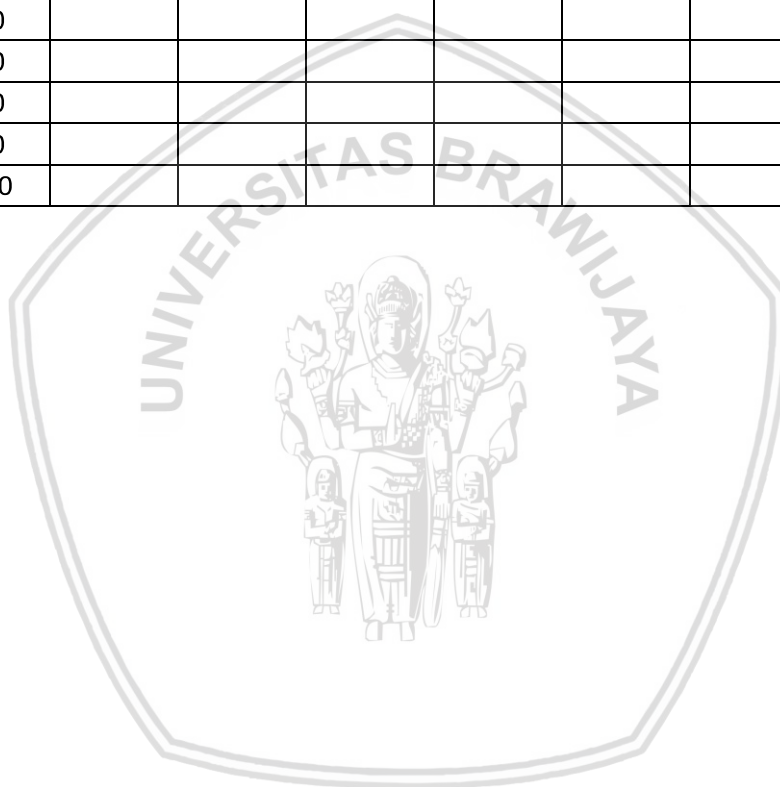
4.5.4 Perancangan Pengujian Banyak Generasi

Pengujian terhadap banyak generasi dilakukan sebanyak 5 kali percobaan, serta batas maksimum banyak generasi sebesar 1000. Nilai yang diujikan dari 100

sampai 1000 dengan kelipatan 100. Rancangan pengujian banyak generasi ditunjukkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 19 Perancangan Pengujian Banyak Generasi

Generasi	Nilai <i>Fitness</i>					Rata-Rata <i>Fitness</i>
	Pengujian ke-I					
	1	2	3	4	5	
100						
200						
300						
400						
500						
600						
700						
800						
900						
1000						



BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis dilakukan untuk mengetahui seberapa baik sistem berjalan untuk mengoptimasi *Fuzzy Time Series* (FTS) agar dapat memprediksi besar nilai penjaminan kredit KUR dengan Algoritme Genetika. Alur yang digunakan dalam proses pengujian ini akan dibagi menjadi empat tahapan, yang pertama pengujian panjang kromosom (interval), pengujian ukuran populasi, pengujian kombinasi *crossover rate* (cr) dan *mutation rate* (mr) dan pengujian banyak generasi.

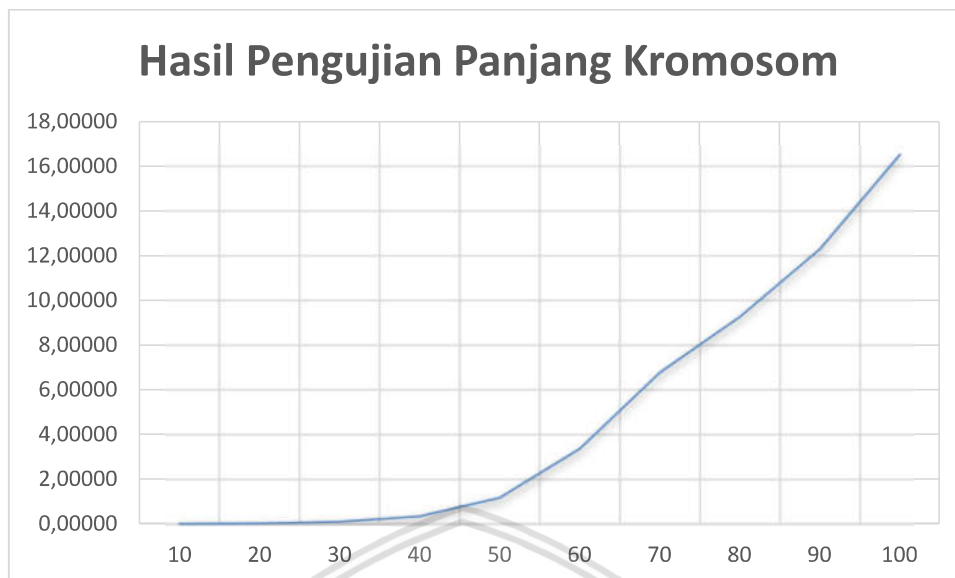
6.1 Pengujian Panjang Kromosom (Interval)

Pengujian yang akan dilakukan paling pertama adalah pengujian panjang kromosom (interval). Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan panjang kromosom dengan nilai *fitness* terbaik. Pengujian ini akan dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dengan panjang interval yang berkelipatan 10, antara lain 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 100. Parameter yang digunakan yaitu banyak generasi sebanyak 1000 kali, ukuran populasi sebanyak 56 serta kombinasi cr dan mr yaitu sebesar 0,9 untuk cr dan 0,2 untuk mr. Angka tersebut akan digunakan untuk mengukur semua panjang kromosom. Hasil pengujian untuk panjang kromosom ditunjukkan pada tabel 6.1.

Tabel 6. 1 Hasil Pengujian Panjang Kromosom

Interval	Nilai <i>Fitness</i>					Rata-Rata <i>Fitness</i>
	Pengujian ke-I					
	1	2	3	4	5	
10	0,019115	0,016881	0,020404	0,017549	0,016868	0,018163231
20	0,039952	0,040012	0,023136	0,042898	0,039144	0,037028339
30	0,11588	0,09856	0,109343	0,115653	0,100938	0,108074973
40	0,395685	0,386579	0,312145	0,39042	0,276879	0,352341735
50	1,316165	1,114006	1,058062	1,237701	1,155812	1,176349227
60	2,876769	4,2105	4,077866	2,348631	3,375241	3,377801301
70	5,829968	6,784637	8,010101	7,367686	5,928872	6,784252883
80	12,72449	9,245211	8,491221	8,775446	7,148334	9,276941003
90	7,700983	14,4185	12,98787	16,0675	10,38622	12,31221361
100	17,19598	21,70008	13,50814	14,18371	16,04747	16,52707635

Hasil pengujian terhadap panjang kromosom pada tabel 6.1 diatas akan direpresentasikan kedalam bentuk grafik yang ditunjukkan seperti pada Gambar 6.1.



Gambar 6. 1 Grafik Hasil Pengujian Panjang Kromosom

Dari grafik pada Gambar 6.1 dapat disimpulkan bahwa perbedaan panjang interval pada setiap percobaan berpengaruh pada nilai *fitness*. Berdasarkan Gambar 6.1, hasil pengujian untuk parameter panjang kromosom dengan rata-rata *fitness* tertinggi didapatkan oleh panjang kromosom sebanyak 100. Dapat dilihat pada grafik nilai rata-rata *fitness* cenderung mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan jumlah panjang kromosom yang besar membuat hasil prediksi menjadi semakin lebih baik.

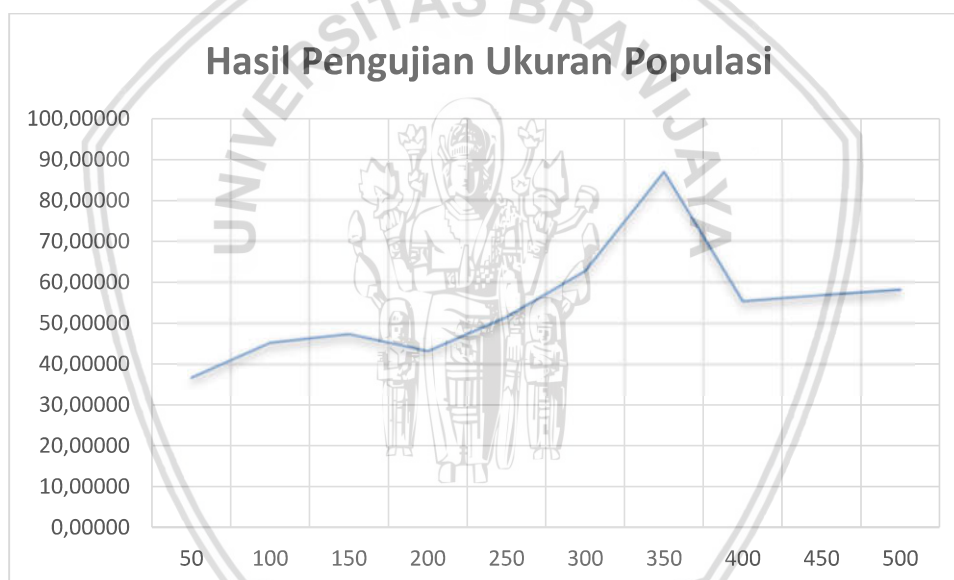
6.2 Pengujian Ukuran Populasi (*popSize*)

Pengujian dilakukan untuk menganalisa pengaruh ukuran populasi terhadap nilai *fitness*, sehingga peneliti dapat menentukan ukuran populasi yang tepat untuk digunakan pada tahap pengujian selanjutnya. Pengujian ini akan dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dengan ukuran populasi dimulai dari 50 sampai 500 dengan kelipatan 50. Saat melakukan pengujian ini nilai parameter yang digunakan yaitu generasi sebanyak 1000, panjang kromosom sebanyak 100 yang merupakan salah satu hasil terbaik dari hasil pengujian pada tabel 6.1, serta kombinasi *cr* dan *mr* yaitu sebesar 0,4 untuk *cr* dan 0,7 untuk *mr*. Sehingga hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 6.2.

Tabel 6. 2 Hasil Pengujian Ukuran Populasi

Populasi	Nilai <i>Fitness</i>					Rata-Rata <i>Fitness</i>
	Pengujian ke-I					
	1	2	3	4	5	
50	28,94645	43,84696	37,9541	42,34957	30,77013	36,77343938
100	67,71917	44,06264	32,2093	43,31909	39,24023	45,31008719
150	39,80866	36,41331	35,73212	63,56508	61,54159	47,41215354
200	46,70482	50,46346	68,62936	46,19112	4,39985	43,2777224
250	48,61753	53,41646	48,04925	56,72325	50,80433	51,52216471
300	47,92402	52,33935	115,2713	47,60912	50,58922	62,74660354
350	152,442	104,1172	52,90914	70,69095	54,03299	86,83846332
400	57,38138	54,61538	60,36536	55,8697	48,7447	55,39530429
450	52,75634	60,92739	58,33319	54,54286	57,71294	56,85454308
500	60,05258	56,02386	59,34757	55,43225	60,03292	58,17783697

Hasil pengujian pada Tabel 6.2 akan direpresentasikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 6.2.



Gambar 6. 2 Grafik Hasil Pengujian Ukuran Populasi

Berdasarkan pada Gambar 6.2 dapat dilihat bahwa ukuran populasi terbaik yaitu 350 dengan rata-rata nilai *fitness* 86,83846. Sedangkan untuk ukuran populasi yang lain memiliki nilai rata-rata *fitness* yang cenderung naik dan turun. Apabila rata-rata *fitness* mengalami penurunan, hal ini disebabkan eksplorasi pada ruang pencarian cenderung lebih kecil. Begitu pun sebaliknya apabila nilai rata-rata *fitness* mengalami kenaikan karena eksplorasi ruang pencarian lebih besar.

6.3 Pengujian Kombinasi *Crossover Rate* (cr) dan *Mutation Rate* (mr)

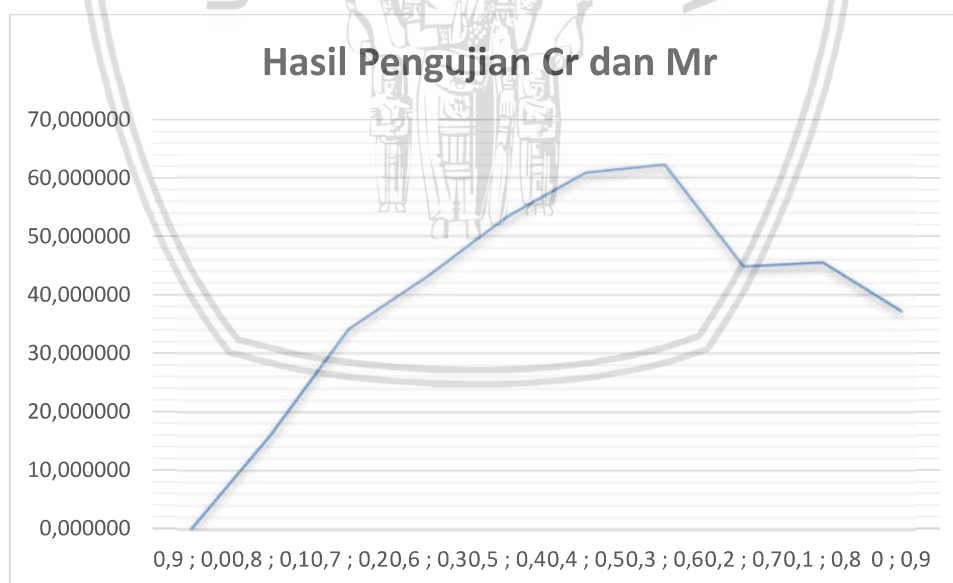
Pengujian selanjutnya yang akan dilakukan adalah pengujian kombinasi cr dan mr yang optimal dengan nilai *fitness* terbaik. Pengujian ini akan dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dengan kenaikan nilai kombinasi probabilitasnya

sebanyak 0,1 dalam rentang 0 sampai 1. Nilai parameter yang digunakan yaitu generasi sebanyak 1000, panjang kromosom sebanyak 100 dan ukuran populasi sebanyak 350 yang merupakan salah satu hasil optimal dari pengujian-pengujian sebelumnya. Hasil pengujian kombinasi cr dan mr ditunjukkan pada tabel 6.3.

Tabel 6. 3 Hasil Pengujian Cr dan Mr

Cr, Mr	Nilai <i>Fitness</i>					Rata-Rata <i>Fitness</i>
	Pengujian ke-I					
	1	2	3	4	5	
0,9 ; 0,0	0,053133	0,046092	0,055157	0,055836	0,041618	0,050367408
0,8 ; 0,1	18,33438	19,33592	4,093932	16,57641	21,48645	15,96541759
0,7 ; 0,2	50,25103	27,74108	29,16129	35,33209	28,36599	34,1702965
0,6 ; 0,3	47,37079	33,14479	62,80641	36,39468	36,24739	43,19281124
0,5 ; 0,4	29,98258	54,68527	63,6081	42,2415	75,92939	53,2893673
0,4 ; 0,5	78,98591	42,02242	40,83552	42,26865	99,83198	60,78889479
0,3 ; 0,6	44,10196	88,28041	91,39125	41,09761	46,08581	62,19140828
0,2 ; 0,7	46,34492	45,60628	45,56846	45,99522	40,61746	44,82646753
0,1 ; 0,8	40,32086	42,14525	42,02889	38,74193	64,432	45,53378814
0 ; 0,9	41,2531	39,08263	31,90104	30,72801	42,89461	37,17187972

Hasil pengujian pada tabel 6.3 akan direpresentasikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 6.3.



Gambar 6. 3 Grafik Hasil Pengujian Kombinasi Cr dan Mr

Berdasarkan Gambar 6.3 hasil pengujian untuk kombinasi cr dan mr menghasilkan nilai *fitness* yang berbeda-beda pada setiap kombinasinya. Nilai rata-rata *fitness* paling tinggi dimiliki oleh kombinasi cr dan mr sebesar 0.3 dan 0.6. Sedangkan nilai rata-rata *fitness* terendah dimiliki oleh kombinasi cr 0.9 dan mr 0. Hal ini membuktikan apabila nilai mr tidak ada maka akan menyebabkan tidak terbentuknya gen baru dari proses mutasi yang merupakan salah satu penyebab

meningkatnya nilai *fitness*. Hal ini terbukti pada hasil percobaan selanjutnya yaitu dengan nilai *cr* 0.8 dan *mr* 0.1 yang menunjukkan hasil yang sangat signifikan terhadap kenaikan nilai *fitness*. Percobaan ini mengalami kenaikan nilai *fitness* dan juga penurunan. Hal ini disebabkan karena nilai *cr* dan *mr* yang tidak seimbang, seperti nilai *cr* 0.9 dan nilai *mr* 0 sehingga tidak dapat melakukan eksplorasi pencarian yang luas akan tetapi mirip dengan induknya.

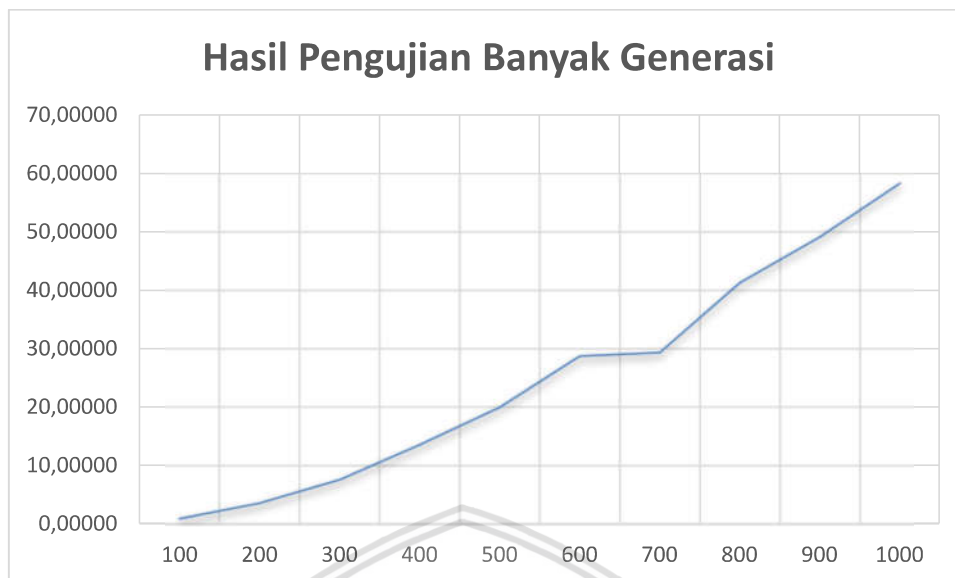
6.4 Pengujian Banyak Generasi

Pengujian ini dilakukan terhadap sistem untuk mengetahui banyak generasi yang optimal untuk menghasilkan nilai *fitness* terbaiknya. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan menggunakan generasi kelipatan 100 mulai dari 100 sampai 1000 generasi. Dari hasil pengujian sebelumnya telah didapatkan panjang kromosom 80, ukuran populasi 100, dan kombinasi *cr* dan *mr* 0.6 dan 0.3 yang memiliki nilai *fitness* tertinggi. Hasil pengujian terhadap pengujian banyak generasi ditunjukkan pada tabel 6.4.

Tabel 6. 4 Hasil Pengujian Banyak Generasi

Generasi	Nilai <i>Fitness</i>					Rata-Rata Fitness
	Pengujian ke-I					
	1	2	3	4	5	
100	1,065125	0,883047	0,665011	1,087131	0,880241	0,916110769
200	3,503642	3,397899	3,56537	3,327704	4,043836	3,56769
300	5,466707	8,312273	9,201876	7,560692	7,297778	7,56786511
400	14,6546	11,55801	12,84772	13,43357	15,36029	13,57083705
500	19,29414	21,79643	20,23529	20,7751	17,7818	19,97655028
600	28,36328	22,72611	25,28541	27,52422	39,81518	28,74283962
700	29,09102	31,45581	30,53232	29,21359	26,54805	29,36815778
800	34,35313	34,50539	39,75883	49,85444	47,89322	41,27300385
900	39,50501	42,79077	54,61652	40,74353	68,11551	49,15426756
1000	50,97352	47,78541	99,2266	45,60054	47,885	58,29421385

Dari pengujian banyak generasi pada Tabel 6.4 hasil pengujian akan direpresentasikan dalam grafik pada Gambar 6.4 dibawah ini.



Gambar 6. 4 Grafik Hasil Pengujian Banyak Generasi

Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa pola cenderung naik. Nilai *fitness* tertinggi dimiliki oleh banyak generasi sebesar 1000 dengan rata-rata nilai *fitness* 56,12042. Dapat dilihat pada Gambar 6.4 bahwa rata-rata nilai *fitness* terus meningkat dengan banyaknya generasi yang diinputkan. Apabila rata-rata *fitness* mengalami penurunan, hal itu disebabkan oleh eksplorasi pada ruang pencarian lebih kecil. Sedangkan jika nilai rata-rata *fitness* mengalami kenaikan itu karena eksplorasi ruang pencarian lebih besar.

BAB 7 PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu prediksi besar nilai penjaminan dengan menggunakan *fuzzy time series* (FTS) dan algoritme genetika dapat disimpulkan bahwa :

1. Optimasi *fuzzy time series* dengan algoritme genetika dapat menghasilkan prediksi yang lebih baik. Karena digunakannya nilai random sebagai isi kromosom pada tiap individu yang digunakan sebagai sub himpunan *fuzzy*. Sub himpunan *fuzzy* memiliki peran penting terhadap hasil prediksi, pada penelitian ini sub himpunan *fuzzy* dioptimasi dengan algoritme genetika. Nilai *fitness* didapatkan dari proses perhitungan FTS dan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE).
2. Hasil prediksi yang menghasilkan nilai *error* terendah didapatkan pada parameter-parameter berikut yaitu panjang kromosom sebanyak 100, ukuran populasi sebanyak 350, kombinasi nilai *cr* dan *mr* dengan nilai 0.3 dan 0.6, serta jumlah generasi sebesar 1000. Nilai *error* (MAPE) yang didapatkan yaitu sebesar 0,00901 % dan nilai *fitness* sebesar 110.95098192994908.

7.2 Saran

Berdasarkan dari serangkaian penelitian yang dilakukan, maka peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan metode lain untuk metode *Fuzzy Time Series* (FTS) dan menggunakan algoritme lain untuk melakukan proses optimasi untuk mendapatkan hasil prediksi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aladaga, C. H., Yolcu, U., Egrioglu, E. & Bas, E., 2012. Fuzzy lagged variable selection in fuzzy time series with genetic algorithms. *Elsevier*, 22(1568-4946), p. 465–473.
- Cai. Q., Zhang. D., Wu. B., dan Leung. A., 2013. *A Novel Stock Forecaasting Model Based on Fuzzy Time Series and Genetic Aloritm*. International Conference on Computational Science doi: 10.1016/j.procs.2013.05.281
- Chen, S. M., 1996. *Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series*. *Fuzzy Sets and System* 81, pp. 311-319.
- Juningdiyah. P., Dewi. C., dan Indriati., 2014. *Optimasi Fungsi Keanggotaan Fuzzy Menggunakan Algoritme Particle Swarm Optimization (PSO) pada Sistem Inference Fuzzy Penentuan Jurusan Siswa SMA*. Repositori Jurnal Mahasiswa PTIIK UB, Volume 4- No. 2
- Jumingan , 2009. *Studi Kelayakan Bisnis-teori dan Pembuatan Proposal Kelayakan*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Juriyah. 2013. *Perkembangan Usaha Mikro Kecil dan Menengah di Indonesia*. Madura : Universitas Trunojoyo
- Kusumadewi, S., Purnomo, H., 2004. “Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan”. Graha Ilmu. Jogyakarta.
- Mahmudy, WF. 2013. *Algoritme Evolusi*. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang.
- Munir, R., 2012. *Pengantar Logika Fuzzy*. Jurusan Teknik Informatika, STEI, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Song. Q., dan Chissom. B., 1994. *Forecasting Enrollments with Fuzzy Time Series part 1I*. *Fuzzy Sets and System* 62: 1-8.
- Tetiasari. M., Regasari. R., dan Mahmudi W., 2014. *Sistem Pendukung Keputusan Kelayakan Pemohon Kredit Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW)*. Repositori Jurnal Mahasiswa PTIIK UB, Volume 4-No. 4
- Uslu , V. R., Bas, E., Yolcu, U. & Egrioglu, E., 2014. A fuzzy time series approach based on weights determined by the number of recurrences of fuzzy relations. *Elsevier*, 15(2210-6502), pp. 19-26.
- Vashfa. V., dan Mahmudi. W.,, 2016. *Pemodelan Fuzzy Time Series dengan Algoritme Particle Swarm Optimization untuk Peramalan Pemakaian Air PDAM Kota Malang*. Repositori Jurnal Mahasiswa PTIIK UB, Volume 7- No. 35
- Xihao. S., dan Yimin. L., 2008. Average-based fuzzy time series models for forecasting Shanghai compound index. ISSN1 746-7233, England, UK World Journal of Modelling and Simulation Vol. 4 , No. 2, pp. 104-111
- Zadeh, L.A., 1965. *Fuzzy Sets*. *Information and Control*, 8, pp. 338-353

Zukhri, Z., 2014. "Algoritme Genetika Metode Komputasi Evolusioner untuk menyelesaikan Masalah Optimasi". Andi. Yogyakarta

